

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THÈSE

POUR

N^o

742

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Pierre MOURGUES

Né le 17 octobre 1906, à Villeneuve-sur-Lot (Lot-et-Garonne)
Ancien externe des Hôpitaux de Paris

L'ŒIL ET LA CONDUITE

DES

AUTOMOBILES

Président : M. TERRIEN, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1935

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Pierre MOURGUES

Né le 17 octobre 1906, à Villeneuve-sur-Lot (Lot-et-Garonne)
Ancien externe des Hôpitaux de Paris

L'ŒIL ET LA CONDUITE

DES

AUTOMOBILES

Président : M. TERRIEN, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1935

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	ROUVIÈRE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	R. DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice VILLARET.
Clinique médicale	LOEPER.
	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION.
	BRINDEAU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	PROUST.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Clinique de la tuberculose	BEZANÇON.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.
	MOCQUOT.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

BÉNARD (H.) .. Pathologie médicale.
 BERNARD (E.). Pathologie médicale.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BULLIARD Histologie.
 CATHALA Pathologie médicale.
 CHEVALLIER .. Pathologie médicale.
 DOGNON Physique.
 FEY Urologie.
 GALLIARD Parasitologie.
 GASTINEL Bactériologie.
 DE GAUDART D'ALLAINES.. Pathologie
 chirurgicale.
 GAYET Physiologie.
 GIROUD Histologie.
 HAGUENAU ... Pathologie médicale.
 HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
 HAZARD Pharmacologie.
 HUGUENIN Anatomie pathologique.
 JOANNON Hygiène.
 LABBÉ (Henri).. Chimie biologique.
 LACOMME Obstétrique.

MM.

LANTUEJOUL .. Obstétrique.
 LAROCHE (G.).. Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LÉVY ... Pharmacologie.
 LÉVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET.. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 OBERLING Anatomie pathologique.
 PETIT-DUTAILLIS. Pathologie chirurgicale.
 PIÉDELIEVRE .. Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RICHET Physiologie.
 SANNIÉ Chimie biologique.
 SÈNEQUE Pathologie chirurgicale.
 TROISIER Pathologie expérimentale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.
 Justin BESANÇON.. Hydrologie.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

POUR LE SERVICE DES EXAMENS

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT. Physiologie.

MM.

LEROUX Anatomie pathologique
 NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.
 ZIMMERN Physique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ABRAMI.	} Clinique médicale.	BASSET.	} Clinique chirurgicale
ALAJOUANINE.		BROCQ.	
AUBERTIN.		CADENAT.	
BRULÉ.		GATELLIER.	
CHABROL.		HEITZ-BOYER.	
CHIRAY.		MOURE.	
DONZELOT.		QUÉNU.	
DUVOIR.		SCHWARTZ.	
HARVIER.		VELTER.	
LIAN.			
VALLERY-RADOT			
(Pasteur).			
SÉZARY.			
MM.	} Clinique obstétricale.		
ÉCALLE.			
GUÉNIOT.			
LE LORIER.			
LÉVY-SOLAL.			
METZGER.			

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.

CHAILLEY-BERT, agrégé ...	Éducation physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.
FREY.....	Stomatologie.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MON GRAND-PÈRE

M. LE DOCTEUR SERONNIE

A MA GRAND'MÈRE

A MA MÈRE

A MON PÈRE

M. LE DOCTEUR MOURGUES

Chevalier de la Légion d'honneur
Croix de Guerre

*En témoignage de ma grande affection et
de mon admiration pour l'exemple qu'il n'a
cessé de me donner.*

A MON FRÈRE

A MA TANTE ET A MON ONCLE

MEIS ET AMICIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR TERRIEN

Professeur de Clinique ophtalmologique
à la Faculté de Médecine de Paris
Ophtalmologiste de l'Hôtel-Dieu
Officier de la Légion d'honneur

*Qui m'a fait le grand honneur d'accepter
la présidence de cette thèse.
Hommage de ma profonde gratitude.*

A MON MAITRE

M. LE DOCTEUR COUTELA

Ophtalmologiste de l'Hôpital Saint-Louis
Vice-président de la Société de Médecine légale de France
Officier de la Légion d'honneur

*Qui m'a inspiré le sujet de ce travail.
En témoignage de reconnaissance pour son
enseignement si précieux et pour les conseils
si bienveillants qu'il m'a toujours donnés au
cours de mes études ophtalmologiques.*

A M. LE PROFESSEUR TANON

**Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Paris
Membre de l'Académie de Médecine
Inspecteur général des Services techniques d'Hygiène
de la Préfecture de Police
Officier de la Légion d'honneur**

*Qui a bien voulu nous faire profiter de son
expérience et faciliter notre documentation.*

*Hommage de très respectueuse reconnais-
sance.*

A MES MAÎTRES DANS LES HÔPITAUX

Stage :

M. LE PROFESSEUR F. BEZANÇON

M. LE PROFESSEUR P. DUVAL

M. LE DOCTEUR ENRIQUEZ (*in memoriam*)

Externat :

M. LE DOCTEUR LÉON KINDBERG

M. LE DOCTEUR MOURE

M. LE DOCTEUR CADENAT

M. LE PROFESSEUR LENORMANT

M. LE DOCTEUR BELOT

Radiologiste des Hôpitaux

M. LE DOCTEUR CATHALA

Accoucheur des Hôpitaux

Ophtalmologie :

M. LE DOCTEUR V. MORAX

Ophtalmologiste de l'Hôpital Lariboisière

(*in memoriam*)

M. LE DOCTEUR COUTELA

Ophtalmologiste de l'Hôpital Saint-Louis

A MME LE DOCTEUR WEISSMANN-NETTER

Assistante d'Ophtamologie à l'Hôpital Saint-Louis

A MM. LES DOCTEURS BONHOMME, MASSON, DELARRA

*Qui ont bien voulu nous aider dans nos
études ophtalmologiques.*

A MES AMIS

MM. LES DOCTEURS M. RACINE, GENÉVRIER, CHAUMEIL

A MME ET M. GILBERT FLEURY

L'ŒIL ET LA CONDUITE DES AUTOMOBILES

Considérations générales et plan.

Le prodigieux développement de la circulation automobile au cours de ces dernières années et parallèlement le nombre croissant des accidents donnent un intérêt considérable à la question de l'aptitude physique à la conduite des automobiles.

Les pouvoirs publics se sont émus et de nombreux règlements ont été mis en application. Des modifications incertaines ont été apportées tant aux codes de la route qu'aux automobiles elles-mêmes.

Les accidents ont fait l'objet d'études, de discussions, d'expertises devant les tribunaux.

Les sociétés savantes, elles aussi, ont étudié la question des aptitudes physiques nécessaires à la conduite des automobiles.

De nombreuses communications ont été faites à ce sujet au Congrès de la Route, à la Société d'ophtalmologie de Paris, à la Société française d'ophtalmologie, à la Société de médecine légale et même à l'Académie de médecine. Enfin, l'aptitude visuelle à la conduite des automobiles a été l'objet d'un rapport au Congrès international d'ophtalmologie d'Amsterdam en 1929, et de discussions à celui de Madrid, en 1933.

Parmi tous les sens dont l'automobiliste doit faire usage pour conduire son véhicule, le sens visuel est de loin le plus important : il est même indispensable.

Il existe une multitude de règlements, variables selon les pays, pour des risques qui sont cependant identiques ; mais

il ne semble pas exister de travail d'ensemble sur ce sujet : aussi, sur les conseils de mon maître le Dr Coutela, ai-je rédigé le présent travail.

Nous allons étudier dans cette thèse les différentes conditions visuelles que nécessite la conduite d'une automobile.

Il nous paraît auparavant nécessaire de préciser en quelques lignes ce qu'est la conduite d'une voiture automobile.

Assis au volant de sa voiture, le conducteur se doit d'en assurer la direction tout en réglant la vitesse.

Au milieu de circonstances extrêmement variables et toujours inattendues, l'automobiliste va parcourir une distance donnée.

Il va diriger sa voiture et en modifier constamment l'allure. Cette allure n'est d'ailleurs pas réglementée et sera variable, proportionnée à la force de la voiture, aux qualités et aux désirs du conducteur.

La sécurité est alors intimement liée à la direction et à la possibilité d'arrêt rapide et sûr que nécessite la grande fréquence des obstacles : cette sécurité dépend aussi de l'habitude de conduire et d'une certaine faculté acquise par une expérience plus ou moins longue, que nous appelons « le sens de la route » et sur laquelle nous aurons à revenir plus tard.

L'automobiliste se lance donc à une vitesse plus ou moins grande, vitesse qui n'est pas dangereuse par son chiffre plus ou moins élevé, mais par la voiture qui la réalise. Nous voulons dire par là que le quatre-vingts à l'heure réalisé par une voiture légère ne possédant pas d'excédant de puissance et une grande sûreté de freinage est une allure infiniment plus risquée que le cent-vingts d'une grosse voiture à l'excellente tenue de route et au freinage stable et puissant.

Maintenant, pour quelque voiture que ce soit, les conditions de roulage sur le même parcours donné présentent les mêmes inconvénients quand il s'agit de considérer les obstacles rencontrés.

La route elle-même va être variable et dans sa largeur et dans la qualité de son sol. De plus, le temps va jouer le rôle d'un facteur puissant : la pluie rend certaines chaussées glissantes et extrêmement dangereuses, outre qu'elle constitue une gêne à la visibilité malgré les essuie-glace automatiques. Le brouillard est le pire ennemi de l'automobiliste et le verglas est aussi redoutable.

Sur la route surgissent les obstacles ; les uns sont fixes et prévus, annoncés, tels que les virages, les passages à niveau, les ponts, les cassis, les dos d'âne ; les autres sont infiniment plus dangereux, parce que mobiles et imprévus. Ce sont d'abord les autres voitures... Tel qui est sûr de soi sur la route n'est jamais sûr des autres. On double, on croise les autres voitures dans des conditions extrêmement variables, les unes banales, les autres critiques, soit par une mauvaise observation du code de la route, soit par l'inattendu d'une situation qui demande une solution extrêmement rapide.

Tous les usagers de la route constituent un obstacle. Le cycliste est très gênant, surtout dans certains pays où il pullule tels que la Hollande, et le piéton lui-même à la tombée de la nuit par exemple est un danger. L'enfant, de par ses réactions imprévues et inattendues, est souvent cause d'accidents.

Quant aux animaux, ils constituent un obstacle infiniment dangereux, car jamais on ne peut prévoir ce qu'ils vont faire. Il est un fait curieux à noter à ce propos, c'est que certaines espèces se font plus facilement écraser que d'autres : les poules et les chiens par exemple sont plus souvent victimes que les oies et les chats.

Laissant la route pour la ville, le conducteur va voir là

le nombre des obstacles augmenter et c'est dans ces conditions surtout qu'il devra savoir stopper rapidement en quelques mètres.

On a songé à comparer le conducteur d'un train à l'automobiliste. L'un et l'autre se meuvent dans l'espace, mais dans des conditions tellement différentes qu'ils ne peuvent être comparés.

Sur sa machine, qu'elle soit électrique ou à vapeur, le mécanicien règle uniquement la vitesse de son convoi, obéissant à un horaire et à des ordres qui lui sont donnés à intervalles réguliers au moyen de signaux. Le mécanicien n'a pas à assurer la direction de sa machine, mais simplement à en régler la marche. Son allure est réglementée et contrôlée ; la sécurité est alors liée à l'observation des signaux. La vitesse n'est pas dangereuse, puisqu'elle est étudiée et repose sur des calculs : on sait que telle voie est faite pour supporter tel convoi roulant à une allure donnée et le rôle du mécanicien est simplement de ne pas dépasser cette vitesse.

La voie est là uniforme dans ses qualités de roulage, les obstacles sont prévus et signalés à l'avance : le mécanicien sait qu'à telle heure, à tel repère du paysage, son attention doit être mise en éveil car il va rencontrer le signal sur lequel il devra régler la marche de son convoi. Le temps ne joue qu'un rôle effacé : pluie et brouillard n'empêchent jamais l'avance.

De plus, les obstacles imprévus sont rares, exceptionnels, rarement de taille à perturber la marche du train qui, lui, ne peut s'arrêter aussi rapidement que l'auto à cause de l'énorme masse qu'il réalise. Le train croise, double d'autres convois sans que sa marche en soit troublée.

On voit donc qu'il n'y a rien de commun entre la conduite d'un train et d'une automobile.

Le mécanicien se tient attentif aux ordres donnés, il exécute un tableau de marche, sa tâche est d'obéir... obéir aux

ordres reçus au départ, obéir à ceux qui lui sont donnés en cours de route : tout est prévu pour lui ; il ne dirige rien, il exécute, jouant le rôle d'un mécanisme merveilleux.

Il n'en est pas de même pour l'automobiliste qui lui, non seulement assure une vitesse qui ne pourra jamais être constante, mais qui dirige sa voiture au milieu d'obstacles multiples et variés et dans leurs genres et dans leurs conditions d'apparition.

L'attention de l'automobiliste est toujours élevée, tant ses réflexes doivent être prompts. L'automobiliste roule, attentif à tous les signaux tant auditifs que visuels. Il apparaît d'abord qu'il importe pour lui de « voir », de bien voir.

C'est pourquoi nous nous proposons d'étudier au point de vue vision les différents éléments physiologiques permettant au conducteur de remplir ses fonctions avec le maximum de sécurité. Nous allons étudier successivement la vision centrale, la vision périphérique, la vision du relief et de la distance, la vision aux basses lumières et réservons un chapitre spécial au borgne.

Nous verrons après, quelles améliorations ont pu être apportées à ces conditions physiologiques normales par des procédés artificiels.

I

Conditions visuelles
nécessaires à l'automobiliste.

Vision centrale.

En étudiant les nécessités visuelles de l'automobiliste, nous constatons que ce dernier, qui se meut à une vitesse assez élevée, doit avoir une certaine vision centrale pour être averti à l'avance des obstacles possibles.

La vision centrale est indispensable : elle joue le rôle « d'éclaireur » (Arnold Verrey de Lausanne). Le piéton qui va lentement peut à la rigueur se passer de vision centrale, à condition que son champ visuel l'avertisse suffisamment de tout ce qui l'entoure.

Si la vision centrale de l'automobiliste doit être supérieure à celle du piéton, c'est à cause de la vitesse qui l'oblige à prévoir.

À ses débuts, le chauffeur d'automobile conduit avec sa vision centrale : aussi, il hésite, il va lentement d'un côté à l'autre de la route ; mais, dès que, par accoutumance, il se libère de sa vision centrale, lui donnant le rôle de « vigie », la marche de sa voiture se fait plus assurée, plus ferme. Sa vision périphérique le garde suffisamment des enchevêtrements de droite et de gauche que son acuité visuelle lui avait signalés quelques instants auparavant. La vision centrale est donc là comme éclaireur et non pour l'orientation, qui reste fonction du champ visuel.

Avant d'essayer de déterminer le taux d'acuité visuelle à exiger d'un automobiliste, il importe d'indiquer le sens des mots souvent employés par plusieurs auteurs.

Par vision binoculaire, nous entendrons la vision mesurée

les deux yeux ouverts. Cette vision est toujours un peu plus forte que la vision monoculaire, même quand cette dernière est égale aux deux yeux : c'est un fait bien connu.

Si par exemple pour l'œil droit nous avons une vision de $8/10$ et pour l'œil gauche de $9/10$, nous aurons une vision binoculaire de $10/10$.

Une vision OD = $10/10$, OG = $10/10$ donnera une vision binoculaire de $11/10$ à $12/10$.

Certains ont voulu employer le terme d' « acuité totalisée ».

Cette notation signifie que l'on totalise la vision mesurée séparément aux deux yeux.

Si pour l'œil droit $V = 0,4$ et si pour le gauche nous avons $V = 0,3$, il sera alors question d'une « acuité totalisée » égale à $0,7$.

Ceci paraît être une notation facile qui peut sembler pratique à un mathématicien.

En réalité, il est peu rationnel et peu clinique, comme l'a bien fait remarquer M. Coutela, de considérer le total des acuités de chaque œil.

On doit considérer la valeur fonctionnelle des deux yeux séparés et non additionner les acuités : les valeurs fonctionnelles visuelles se combinent mais ne s'additionnent pas.

Dans l'exemple que nous avons pris plus haut, nous citons le chiffre de $0,7$, qui est d'ailleurs celui qui est proposé par le Congrès d'ophtalmologie d'Amsterdam.

On pourrait croire que $0,7$ est une constante mathématique au $1/10$ près. Il n'en est rien : c'est un jeu de mathématiciens et non « un article pour biologistes », comme le dit M. Grelault.

En effet, en poussant à fond cette formule d' « acuité totalisée », on pourrait arriver vers une dernière conclusion qui serait $0,7$ pour un œil et 0 pour l'autre, ce qui nous place devant le cas du borgne !

De même : le sujet qui a 5/10 d'un œil et 5/10 de l'autre a bien à sa disposition 10/10 de vision répartis sur les deux yeux, mais il n'aura jamais une vision de 10/10. Il aura 6/10, car la vision des deux yeux est supérieure à celle d'un seul, mais il lui sera toujours impossible de lire les dix lignes de nos échelles opotométriques : son acuité visuelle n'atteindra jamais la normale.

Et quand on pense à proposer un taux de vision centrale, on constate que, dans les états possédant une réglementation sévère, il existe une vision minima exigée qui est extrêmement variable d'après les pays.

Cette variation va pour un œil de 10/10 à 3/10 pour l'autre de 10/10 à 1/20 et pour l'acuité totale de 20/10 à 35/100.

Ces différences extraordinaires paraissent s'expliquer par une connaissance insuffisante des nécessités de l'automobilisme. A la base des réglementations établies, n'a-t-on pas voulu rapprocher l'automobiliste du chauffeur de locomotive ? Comme nous l'avons déjà dit, il n'existe pourtant aucune comparaison possible entre eux deux.

En effet, comme le fait remarquer M. Coutela au XVI^e Congrès de médecine légale, au cours de sa discussion du rapport Simonin, il faut savoir insister sur les différences de conditions professionnelles du mécanicien et de l'automobiliste.

Ce dernier « dirige » sa voiture et doit pouvoir l'arrêter sur un faible espace, surtout quand il circule en ville.

Il suffit d'avoir fait un voyage sur une locomotive pour se rendre compte que le mécanicien de la machine à vapeur n'est que très exceptionnellement derrière son hublot, bien vite sali d'ailleurs, à l'affût du disque qui doit lui montrer la voie libre ou barrée. Les mécaniciens connaissent bien leur route, ils savent que c'est en passant devant tel ou tel repère qu'ils doivent se pencher et que, à 1.000 ou 1.500 mètres, à tel endroit, ils apercevront le disque indicateur.

Le mécanicien n'est pas à la merci de l'obstacle inattendu : en principe, la voie lui est signalée libre assez longtemps à l'avance.

Toute différente est la situation de l'automobiliste, dont l'attention doit toujours être soutenue, car il est à la merci de l'obstacle inattendu qui peut brusquement surgir devant lui au moment où il s'y attend le moins.

D'ailleurs, la vision centrale est facteur de différentes conditions. Dans son rapport au XIII^e Congrès international d'Amsterdam, tenu en 1929 M. Arnold Verrey de Lausanne estime que la vision centrale dépend en quelque mesure du sens lumineux et du sens chromatique.

A l'aide de verres appropriés concaves ou convexes, il a abaissé son acuité à moins de $V = 0,10$ et il a alors noté le fait suivant :

Se placant à 100 mètres d'une barrière, dont les lattes de cinq centimètres étaient écartées de huit centimètres, il distinguait parfaitement qu'elle était formée de lattes séparées, à condition que le fond ne fût pas de même teinte que la barrière. Il ne pouvait remarquer la chose si le fond était grisâtre comme la balustrade elle-même.

Le professeur Jeandelize rapporte le résultat d'expériences faites par M. Bodin.

S'étant donné avec des verres concaves ou convexes une acuité de $V = 0,4$ et placé sur une machine, il voyait les signaux de jour et de nuit à une distance suffisante. Or ces signaux colorés tiennent plus compte du sens chromatique que de la forme.

Nous concluons bien volontiers avec M. Verrey que plus l'acuité baisse, plus le sens lumineux et chromatique doivent être parfaits ; et cependant, le sens chromatique est bien secondaire pour l'automobiliste sur la route la nuit, l'essentiel est de percevoir la lumière placée sur la route ; elle éveille l'attention et cela suffit.

Au XVI^e Congrès de médecine légale, le rapporteur, M. Si-

monin, traitant de l'origine et des causes des accidents d'automobiles, concluait volontiers avec Knapp de Bâle que la vitesse exerçait une influence sur la valeur de la perception visuelle.

Ainsi, dit-il, « une personne est vue nettement à 75 mètres avec une vitesse de 25 kilomètres à l'heure, tandis que la distance de visibilité de la même personne est réduite à 30 mètres pour une vitesse de 50 kilomètres à l'heure ».

Avec M. Coutela, nous ne pensons pas que l'on puisse prétendre que l'acuité visuelle diminue au fur et à mesure de la vitesse du véhicule. Des mécaniciens de locomotive, interrogés à ce sujet, dont l'un d'eux est même docteur en médecine, Dr Detrieux, prétendent percevoir le disque à la même distance, qu'ils conduisent un omnibus ou un rapide à grande vitesse.

Le pilote d'une voiture de course, qui pousse parfois son bolide à plus de 200 kilomètres à l'heure, a besoin de l'intégrité de sa vision pour percevoir la courbe de la piste afin de ralentir et l'aborder à une allure relativement modérée. Sur un véhicule marchant très vite, la vision est rendue plus difficile uniquement par le vent qui fouette le visage, augmente la sécrétion des larmes qui ruissellent, ne pouvant s'évacuer par les voies lacrymales. De même la poussière est un danger, mais l'acuité visuelle reste identique et n'est pas influencée par la vitesse.

Il nous a été donné plusieurs fois de rouler à bord d'une voiture de course : au début, nous avons été gêné dans sa conduite, beaucoup plus par l'air que par une gêne visuelle et, peu à peu, nous avons atteint la vitesse de 150 kilomètres-heure : il ne nous a pas paru à aucun instant être gêné par une cause visuelle.

Et tant que nous parlons de la vision centrale, pourquoi ne pas traiter d'une vision « spécialisée » basée sur une longue habitude de l'observation ?

Le marin qui, sur son bateau, inspecte l'horizon découvre

rapidement la moindre voile, la plus petite fumée et cela bien avant le passager.

L'Arabe du désert, l'homme du bled qui passe pour avoir une vue perçante discerne lui aussi le moindre détail, qui échappe au touriste. Il a été donné à M. Coutela d'examiner un de ces hommes qui « voyait mieux » que les autres, et son acuité n'était pas supérieure à 1.

Nous-même avons suivi des chasses à la palombe. Le guetteur qui chaque jour interroge le ciel nous signalait les vols. J'ai une excellente acuité visuelle et pourtant bien qu'on me montrât du doigt le coin du ciel d'où venait le vol signalé, je mettais une vingtaine de secondes avant de l'apercevoir. Il est classique de citer le lauréat de tir au pigeon qui tire avec une acuité inférieure à 5/10, et cela sans verres correcteurs.

Et combien de femmes myopes, n'usant que du face-à-main, refusant le port de verres par coquetterie, pilotent leur voiture automobile sans accidents.

Ne peut-on pas parler d'une vision spécialisée qui correspondrait pour l'automobiliste au « sens de la route » ? Nous ne pouvons discuter ici ce qu'on peut appeler de ce nom, mais il est bon de se rendre compte que ce qui fait le bon conducteur, ce n'est pas l'acuité, ou le champ visuel, ou des membres sains ou le cœur solide, ou la prudence ou le sang-froid, mais, comme le dit Arnold Verrey c'est « un peu de tout cela, trituré avec tant de soin et de finesse, que le système nerveux de cet individu ait à chaque instant le contrôle de la route, de la machine et du corps sous sa dépendance ».

Et d'ailleurs l'examen des réactions psycho-motrices pratiquées pour certaines entreprises ne reposent-ils pas sur ces données ?

Cependant, ces réserves étant faites, quel est le degré de vision que nous devons exiger d'un automobiliste ?

Et d'abord, l'automobiliste doit-il porter des verres correcteurs ou non ?

Si, par contre, l'automobiliste privé doit pouvoir porter la correction de son amétropie à condition que ce soient des verres tolérés, nous prétendons que l'automobiliste professionnel doit posséder une certaine acuité sans l'aide de verres.

Il est normal que le chauffeur d'un autocar, responsable de la vie des nombreux passagers qu'il transporte, soit soumis à une réglementation plus sévère.

D'ailleurs, cette réglementation pour les transports en commun, les poids lourds, existe et nous avons surtout à nous occuper des automobilistes privés.

Ils peuvent donc conduire avec des verres, mais nous émettons le vœu que leur correction soit assurée non pas par un lorgnon ou binocle, mais par des lunettes, dont les montants assurent une stabilité plus considérable. Le lorgnon peut être arraché du nez par une cause quelconque et le conducteur privé brusquement de sa correction aura un battement de quelques secondes, pendant lequel il sera complètement désorienté avant de s'être accommodé à cette nouvelle condition de vision. Or, cet intervalle peut être facteur d'accident, surtout si la vitesse du véhicule est élevée. De plus, faut-il encore que ces verres ne soient pas trop élevés : un myope de plus de dix dioptries ne manquera pas d'être gêné dans la conduction de sa voiture par l'effet prismatique de ses verres.

Ceci posé, quelle vision faut-il avoir pour conduire sans danger une automobile ? Quelle vision faut-il posséder pour voir à temps un obstacle et arrêter sa voiture sans le heurter ?

Simonin, au XVI^e Congrès de Médecine légale, essaie de déterminer l'acuité visuelle indispensable en plaçant « sur fond clair ou sombre un obstacle, une personne, un enfant » : 1^o par beau temps, à une distance de 35 mètres ;

2° par brouillard ou temps de pluie à 20 mètres ». Il attend le résultat d'expériences réalisées sur ces bases.

Ce sont là des bases peu précises, un enfant étant de taille essentiellement variable : s'il est âgé de deux ans, il sera, croyons-nous, moins bien perçu que s'il s'agit d'un enfant de douze à quatorze ans.

Et, en parlant de ces distances, Simonin estime qu'une voiture lancée à 60 km. peut s'arrêter en 20 mètres et qu'à 80 km. il lui faut 35 mètres.

Ceci est tout à fait relatif : à l'heure actuelle, le freinage d'une voiture est excessivement variable selon le dispositif, le poids de la voiture.

A 80 km.-heure, certaines voitures stoppent certainement en moins de 35 mètres, alors que d'autres aux faibles moyens de freinage demandent un champ plus considérable.

Beaucoup de chiffres ont été proposés comme minimum d'acuité visuelle. Le professeur de Lapersonne avait demandé 7/10 pour un œil et 5/10 pour l'autre. Or on ne demande pas à l'automobiliste de faire une lecture à 5, 10, 20 mètres ; on lui demande de distinguer des objets volumineux.

Le professeur Jeandelize, étudiant l'aptitude visuelle nécessaire aux automobilistes, proposait 0,3 pour un œil et 0,05 pour l'autre. Il confirmait là les acuités proposées par la Société d'ophtalmologie de Paris en 1923.

En 1928, la Société d'ophtalmologie de Paris, revenant sur la question à propos de la communication de M. Jeandelize, en discuta à nouveau. M. Terson entre autres demanda 4/10 d'un œil et 1/10 de l'autre.

Quant à nous, il nous semble que le conducteur d'automobiles doit posséder un œil susceptible de percevoir un obstacle à une distance raisonnable et l'autre capable au moins de conserver un champ visuel normal si sa vision centrale est minime.

Pour le premier œil, nous avons pensé à demander seulement 0,3. En effet, si 0,3 ne suffit pas à effectuer la

reconnaissance d'une lettre à x mètres, il suffit à faire percevoir un obstacle... Mais, pour laisser une marge de sécurité, nous pensons qu'il devrait être exigé 0,4.

Quant au deuxième œil, n'aurait-il que $1/20$ que sa vision périphérique serait là pour prévenir de l'obstacle pouvant surgir.

Donc nous concluons à une vision nécessaire de $4/10$ et de $1/20$, et nous tenons à préciser que cette mesure s'entend faite à l'échelle typographique décimale de Monoyer.

Vision périphérique.

Tout aussi nécessaire, sinon plus que la vision centrale, la vision périphérique est indispensable à l'automobiliste. Nous avançons même que la première chose à exiger de lui, c'est de présenter une intégrité absolue de son champ visuel.

L'intégrité du champ visuel est encore plus importante que celle de la vision centrale puisque, plus que dans tout autre travail visuel, la vision périphérique est utilisée dans la conduite d'une voiture.

L'automobiliste conduisant à une vitesse relativement élevée a besoin de toute sa vision périphérique pour se garer des obstacles qui, venant de droite ou de gauche, peuvent compromettre la sécurité de sa marche.

D'ailleurs, la simple clinique la plus banale nous montre en effet que le sujet qui a perdu tout son champ visuel périphérique et qui n'a plus que sa vision centrale, même avec une vision centrale de 10/10 pour chaque œil, peut lire son journal, mais est incapable de se conduire.

Par contre, l'intoxiqué qui, avec son scotome central, a pratiquement perdu la vision centrale de ses deux yeux, mais qui à son champ visuel d'étendue normale, se conduit parfaitement.

Il nous a été donné de voir un malade atteint d'un double décollement de la rétine, qui n'a même pas 1/20, et qui se promène dans la rue sans avoir besoin d'être accompagné.

On se rend compte que l'intégrité du champ visuel est une nécessité absolue pour l'automobiliste. Celui-ci va par-

fois aussi vite que le chemin de fer, sa voiture n'est pas guidée et le volant seul qu'il tient lui donne sa direction : il roule sur une bande de territoire dont il doit continuellement surveiller les abords.

On sait que le champ visuel normal, mesuré les deux yeux ouverts, est de 180°.

L'automobiliste a-t-il besoin de ces 180° pour conduire ? Telle est la question à résoudre.

Parmi les rapports présentés au Congrès international d'ophtalmologie d'Amsterdam qui s'occupait des prescriptions visuelles pour les aviateurs, les chauffeurs, les marins et les employés de chemin de fer, figure un travail sur la périmétrie.

Une enquête pratiquée par le Dr Arnold Verrey portait sur 31 pays.

Si tous les pays interrogés classent les divers employés de manières assez semblables, ils demandent en général que tous aient leurs deux yeux et leur champ visuel, avec ses limites normales à droite et à gauche.

Il en est ainsi pour les employés de chemin de fer, les marins, les aviateurs. Il n'y a que pour les chauffeurs non professionnels où les avis diffèrent encore. Les chauffeurs professionnels dans les pays déjà réglementés ne sont pas loin d'être assimilés aux employés de chemins de fer. Dans certains règlements, on spécifie que le champ visuel sera pris ici au périmètre, ailleurs à la main seulement, mais beaucoup de règlements indiquent seulement que le champ visuel sera normal, en laissant l'examineur libre d'employer tel moyen qui lui convient.

On ne comprend pas très bien pourquoi exiger d'un mécanicien une vision périphérique supérieure à celle d'un automobiliste. N'oublions pas que le mécanicien n'a la responsabilité que de la marche et non de la direction de sa machine. C'est le rail qui dirige. L'automobiliste, lui, va aussi vite sans que sa voiture soit guidée et roule sur une

route dont les terrains médiats ne sont pas gardés et lui sont cachés le plus souvent.

Quand l'automobiliste court sur la route, il regarde loin devant lui et le ruban de 20 mètres de largeur qu'il contemple à distance (50, 100 ou 200 mètres) correspond respectivement à un angle maximum de 23, 13 et 8 degrés environ. Ajoutons double largeur de route des deux côtés pour voir venir les obstacles, nous aurons 62, 35 et 18 degrés ; à 25 mètres, 100 degrés couvriront 60 mètres de largeur.

Il semblerait donc que l'intégrité absolue du champ visuel ne serait pas absolument nécessaire à l'automobiliste et que 100° devraient lui suffire.

Ceci est vrai pour une course effectuée en pleine campagne sur la route nationale des grands parcours, large, spacieuse, bien dégagée, et cela par des conditions atmosphériques idéales.

Mais que viennent la pluie, la brume, la neige : tout le pare-brise va devenir rapidement opaque et l'essuie-glace va en nettoyer une partie : le champ visuel va se trouver rétréci d'une manière considérable et il n'est plus que de 40°. Nous sommes alors placés dans les conditions d'un malade ayant un rétrécissement de son champ visuel et pouvons apprécier la gêne qui en résulte.

Sans compter que l'eau, les flocons de neige qui viennent s'écraser contre la glace cachent une seconde les objets en attendant que l'essuie-glace les ait balayés, ce qui va obliger à circuler très lentement.

Mais c'est surtout en ville qu'une diminution de la vision périphérique se fera surtout sentir. Car les villes présentent de nombreux carrefours, dont les angles sont bordés de murs ou de maisons interdisant toute prévision latérale.

Et c'est en ville surtout qu'on est appelé à doubler et à croiser à la fois. En ville, l'attention du conducteur doit être concentrée sur trois points : faire attention à ce qui est devant soi marchant dans le même sens, croiser la voiture

qui vient et doubler celle dont l'allure est insuffisante. Dans ce cas, la vision centrale ayant repéré rapidement les distances se fixe au-devant, tandis que la vision périphérique si elle est moins distincte, reste une vision d'avertissement et de contrôle absolument indispensable.

Aussi paraît-il absolument indispensable que l'automobiliste présente une intégrité de son champ visuel.

Si la presque unanimité des pays exige un champ visuel normal pour les aviateurs et les marins, il semble rationnel que pareille mesure soit prise pour les automobilistes, qui, eux, n'ont ni toute l'étendue du ciel, ni celle de la mer, mais un champ de manœuvres essentiellement restreint et soumis à des variations inattendues.

Vision du relief et de la distance.

Plus que les autres, les conducteurs d'automobiles ont besoin d'apprécier avec rapidité et précision la direction des objets extérieurs et leur éloignement ; c'est dire qu'il faut exiger d'eux une bonne vision du relief et de la distance.

On examine la vision du relief au moyen de l'appareil à trois pointes, dérivé de l'appareil de Hering. Celui-ci consistait en une boîte munie de deux oculaires, dans laquelle des billes tombaient les unes en arrière, les autres en avant d'une tige de fer. Un sujet jouissant de la notion du relief reconnaissait aisément si la bille était tombée en avant ou en arrière ; il n'utilisait que la vision dite stéréoscopique, puisque dans l'appareil, il lui manquait toute autre notion fournie soit par l'accommodation, soit par la convergence, soit par la connaissance préalable de la dimension des objets, enfin toutes les impressions accessoires d'éclairage données par les objets environnants.

L'appareil à trois pointes actuellement employé se compose de deux tiges verticales fixes, distantes de 3 centimètres environ dans le plan frontal. Une troisième tige également verticale peut se déplacer entre les deux premières tiges dans le sens antéro-postérieur. Ces trois tiges sont uniformément éclairées par une surface lumineuse, verre dépoli éclairé par transparence.

Placé à 6 mètres, le candidat aperçoit les trois tiges à travers des fenêtres rectangulaires découpées dans une série d'écrans sombres ; il doit, au moyen d'une manivelle,

placer la tige mobile exactement dans le plan frontal des deux tiges fixes. Une autre épreuve consiste à dire si cette tige est en avant ou en arrière des tiges fixes.

M. Fonbeure, qui a pratiqué de nombreux examens au centre d'aviation du Bourget, a pris des observations que publie Onfray (rapport du Congrès international d'ophtalmologie d'Amsterdam, 1929).

OBS. n° 1. — Un sujet parfaitement emmétrope quand il utilise son œil gauche seul, tâtonne et commet des erreurs importantes ; quand il utilise son œil droit seul, les erreurs sont moins marquées mais la notion du relief est encore médiocre. Au contraire, à l'aide des deux yeux, la décision est rapide, les erreurs de position des tiges extrêmement faibles, la vision du relief est très bonne.

OBS. n° 2. — La vision de chaque œil donne de très médiocres résultats, à peu près équivalents d'un côté à l'autre ; au contraire, la vision binoculaire donne de très bons résultats d'emblée et excellents après une certaine éducation des yeux dans l'appareil.

OBS. n° 3. — Pour un sujet qui n'a pas sa vision binoculaire et qui n'utilise que son œil gauche, les résultats à l'aide de l'œil droit sont mauvais. La vision de l'œil gauche seul ou des deux yeux ouverts donne des résultats médiocres mais sensiblement identiques. En d'autres termes, il y a une vision monoculaire très relative du relief.

D'une façon générale, ces épreuves démontrent donc la supériorité de la vision à l'aide des deux yeux, soit qu'ils s'équilibrent parfaitement, soit qu'un des yeux précise les impressions de l'autre œil franchement directeur.

Ces expériences montrent comme il fallait s'y attendre, la supériorité de la vision binoculaire tout en prouvant que la vision monoculaire peut fournir des éléments parfois importants de la notion du relief. C'est que l'appréciation

de la distance et la vision du relief sont essentiellement le résultat d'un jugement cérébral et non d'une loi d'optique géométrique : nous utilisons nos impressions visuelles pour en tirer une conclusion mentale déduite de notre expérience.

Nous redressons les images qui sont renversées sur notre rétine et nous les agrandissons.

Voyons ce qui se passe en matière de relief dans la vision monoculaire, puis dans la vision binoculaire. Un œil isolé pourra apprécier la distance d'un objet et le relief en interprétant divers détails ; nous utilisons la grandeur des images rétinienne et nous rapportons l'image perçue à des images de grandeur connue : de deux hommes, dont l'un paraît plus petit, nous tendons à admettre qu'il est plus loin. Les rapports des objets entre eux nous renseignent sur leur éloignement ; il en est de même pour les ombres portées, l'opposition des ombres et des lumières. Enfin, le déplacement parallactique des objets entre eux nous apprend que les objets plus rapprochés paraissent se déplacer sur le fond en sens inverse des mouvements de notre œil ou de notre tête, tandis que les objets plus éloignés paraissent par rapport aux plans antérieurs suivre les mouvements de l'œil et de la tête.

MM. Quidor et Marcel Hérubel ont démontré que la vision monoculaire permettait la sensation de relief : ils ont insisté sur l'importance des images cérébrales, qui résultent de l'association de multiples images rétinienne.

Il n'en est pas moins vrai cependant que le facteur principal de la vision du relief est la vision binoculaire, qui entre autres, ajoute deux éléments dont on comprend toute l'importance :

- 1^o La variation de la convergence suivant la distance ;
- 2^o L'interprétation mentale des images différentes de chacun des yeux.

La convergence nous renseigne de deux façons : par l'impression neuro-musculaire qu'elle nous donne et par la diplopie physiologique qui l'accompagne pour tous les points situés en deçà et au delà du point de convergence.

C'est dans le plan de convergence que nous projetons nos impressions visuelles, comme l'ont fait remarquer Hering, Nagel et Polliot. Que cette convergence soit faussée, nous nous tromperons sur l'éloignement d'un objet.

Mais, indépendamment de la convergence pour toutes les distances, la vision stéréoscopique nous donne une impression de relief beaucoup plus forte que la vision monoculaire.

La capacité d'apprécier le relief d'après la différence entre les images fournies par chacun des yeux varie suivant les individus.

Elle résulte d'une synthèse entre tous les éléments visuels : acuité de chaque œil, fonctionnement de l'appareil oculo-moteur de convergence, enfin interprétation mentale des réceptions visuelles et projection en dehors d'une image cérébrale unique, etc. Mais l'addition cérébrale des images conjuguées des deux yeux demeure l'un des facteurs les plus utiles de l'appréciation du relief. Ce facteur découle de l'aptitude à saisir et à interpréter la différence entre les images fournies par chacun des yeux, aptitude variant d'un individu à l'autre.

Nous avons vu (observations ci-dessus) que dans l'ensemble, chez les individus doués d'une vision binoculaire normale, l'occlusion d'un œil modifie la vision du relief ; par contre, chez un sujet ayant pour une raison ou pour une autre un œil directeur, l'occlusion de l'autre œil est sans influence appréciable. C'est pour cette raison que Beyne a introduit dans la vision binoculaire l'importante notion de l'acuité stéréoscopique.

« L'acuité stéréoscopique est mesurée par la plus petite

valeur à laquelle peut descendre la parallaxe stéréoscopique. »

Soit deux objets O et O' que pour la commodité nous supposerons situés dans le même plan horizontal, mais inégalement éloignés des yeux de l'observateur dans le sens antéro-postérieur.

L'œil droit voit l'écartement de O et de O' sous l'angle O D O', tandis que l'œil gauche voit cet écartement sous un angle O G O' la différence entre ces deux angles est la parallaxe stéréoscopique.

Pour un même écart interpupillaire, cette parallaxe est d'autant plus grande :

- 1^o que, pour une même distance entre eux, les objets sont plus rapprochés de l'observateur ;
- 2^o que, pour un même éloignement de l'objet rapproché, il existe entre eux une plus grande différence de profondeur.

D'autre part, toutes choses étant égales en ce qui concerne l'éloignement et l'écartement des objets, la parallaxe stéréoscopique est d'autant plus petite que l'écart interpupillaire est plus faible.

Il s'agit donc, pour mesurer l'acuité stéréoscopique, d'apprécier la valeur minima de la parallaxe stéréoscopique, c'est-à-dire celle qui permet au sujet de percevoir un relief entre deux points donnés. Cette mesure s'effectue à l'aide du stéréoscope et des stéréogrammes spéciaux gradués.

Les recherches de Beyne chez les candidats aviateurs lui ont montré qu'un individu jeune et à vision binoculaire normale a dans ces conditions une acuité stéréoscopique correspondant à des parallaxes de 20 secondes et que cette parallaxe ne descend guère chez les moins favorisés au-dessous de 100 secondes.

L'acuité stéréoscopique est d'ailleurs améliorable par l'exercice et l'entraînement.

Après étude de la vision binoculaire, Onfray conclut qu'il faut exiger des pilotes d'aviation une acuité stéréoscopique répondant à une parallaxe de 30 à 40 secondes au plus.

Il est logique d'être tout aussi sévère pour les conducteurs d'automobiles, qui doivent eux aussi apprécier exactement le relief et la distance, ne serait-ce que pour doubler et croiser.

Vision à basse lumière.

L'automobiliste est souvent appelé à circuler à basse lumière. C'est d'abord au crépuscule, heure extrêmement difficile, car l'éclairage des phares ne suffit pas et la luminosité diminue considérablement : la marche se trouve donc rendue très pénible.

Nous allons étudier quelles sont les conditions de vision à basse lumière pour un automobiliste. Nous le supposons d'abord emmétrope et sans altérations visuelles.

La visibilité aux faibles éclairagements présente des caractères très différents de ceux de la visibilité de jour. Aux forts éclairagements, la visibilité d'un objet de grand diamètre apparent dépend seulement du contraste et le problème de la visibilité se réduit à savoir déterminer le contraste entre un objet et le fond, à voir s'il est supérieur ou inférieur au contraste minimum perceptible. Aux faibles éclairagements, au contraire, le contraste, l'angle sous lequel on voit l'objet et la brillance du fond, à laquelle l'œil est adapté, sont trois variantes d'égale importance.

La vision aux faibles éclairagements offre à considérer deux modalités fonctionnelles : la simple perception d'impressions lumineuses d'une part, le discernement des formes et des détails des objets d'autre part.

L'efficacité de l'une et de l'autre se trouve liée à l'accroissement de la sensibilité rétinienne, c'est-à-dire l'adaptation de la rétine aux faibles éclairagements.

La perception lumineuse pure et simple nous documente sur la présence des objets.

La capacité de percevoir des impressions lumineuses a été très étudiée par Charpentier, Parinaud, Weekers, Tscherning et plus récemment par Beyne et Worms.

Le seuil de la sensibilité rétinienne correspond à des éclairagements extrêmement faibles et d'après Weekers deux fois plus faibles en vision binoculaire qu'en vision monoculaire.

La sensibilité rétinienne varie avec l'adaptation à l'éclairage envisagé et cette adaptation est fonction pour un sujet donné de l'éclairage du milieu primitif dans lequel il se trouvait, du temps écoulé depuis son exposition à l'éclairage nouveau et enfin de la qualité de la lumière éclairante, la capacité d'adaptation de la rétine étant minimale pour les rayons rouges, maximale pour les bleus-violets,

On voit donc l'importance pour l'automobiliste du brusque passage d'un éclairage violent (phares) à un éclairage réduit (code, veilleuses). Et ce sont là des circonstances fréquentes pour tout usager nocturne de la route.

Tandis que, pour von Kries et Parinaud, la sensibilité rétinienne aux faibles éclairagements serait une fonction des bâtonnets rétiniens et s'exercerait surtout par les portions périphériques de la rétine, à l'exclusion de la fovea, pour Tscherning, cette sensibilité est une propriété de toute la surface rétinienne, mais avec des degrés différents selon les zones.

La valeur de la perception lumineuse est fonction du minimum visible que représente la plus faible sensation qui puisse être produite dans l'œil par une source de lumière : elle a pour mesure le « seuil d'excitation » qui, indépendant de l'angle sous lequel est vu l'objet éclairé, n'est en liaison qu'avec l'intensité de l'éclairage dudit objet.

Pour un œil adapté, la couleur des feux est ainsi perçue :

Si les feux sont suffisamment faibles, ils provoquent, quelle que soit leur couleur, la sensation de gris.

Le feu blanc a une perception de même valeur dans

tout le champ visuel, sauf au centre : en cet endroit, elle est cinq à six fois moindre. Les astronomes savent que, pour apercevoir la lueur d'une étoile peu éclairante, il faut en faire arriver l'image sur la rétine à 15 ou 16 degrés en dehors de la fovea.

En lumière monochromatique, la sensibilité, maximale pour le rouge dans la région maculaire, n'atteint sa plus grande valeur pour le violet et le vert que dans la zone périmaculaire ; elle décroît ensuite du centre à la périphérie pour toutes les autres couleurs.

Pratiquement pour l'automobiliste, les feux blancs et rouges seuls ont une importance ; le feu blanc éveille l'attention et le rouge annonce un danger. Sauf daltonisme ou dyschromatopsie, il est facile de les reconnaître sans difficulté, sans avoir besoin de recourir à l'artifice proposé par certains : le feu est blanc (bleu ou vert) s'il disparaît quand on cherche à le fixer après l'avoir perçu en vision indirecte. Le feu est rouge si on ne le voit qu'en fixant son regard sur lui, la direction de vision devra être exacte au degré près.

Enfin, il apparaît que le minimum perceptible varie avec le temps d'action de la lumière excitatrice et se montre inversement proportionnel à ce temps. Enfin, la sensibilité rétinienne à la lumière permet d'apprécier des différences de luminosité entre deux objets : c'est ce qui permet souvent de reconnaître, à l'intensité de sa source d'éclairage, le cycliste du motocycliste.

Si la perception lumineuse pure et simple nous documente sur la présence d'objets, elle ne nous renseigne efficacement ni sur leur forme, ni sur leur constitution. Il faut pour cela qu'intervienne la perception des formes, c'est-à-dire qu'entre en jeu le pouvoir séparateur rétinien. Cette deuxième modalité fonctionnelle, c'est-à-dire la perception des formes aux faibles éclairagements, a été récemment étudiée par MM. Beyne et Worms.

En éclairement diurne, l'acuité visuelle la plus élevée est obtenue pour les images formées sur la région maculaire et surtout fovéaire. Mais pour ce qui est des éclairages faibles, les travaux de certains physiologistes ont montré que la sensibilité rétinienne (mesurée par la recherche du seuil de la perception lumineuse) est, pour la lumière blanche, sensiblement équivalente sur toute la surface rétinienne, sauf dans la zone maculaire et surtout à la fovéa, où elle est cinq à six fois moindre (Charpentier). Fick et Koester, de mesures faites sur eux-mêmes, ont conclu que l'acuité visuelle à bas éclairage était minimale dans la région de la fovéa et qu'elle augmentait en allant vers la périphérie, pour atteindre une valeur à peu près double à 10 degrés de la fovéa du côté nasal et à 15-20 degrés du côté temporal.

A la limite de visibilité, la découverte des objets et la distinction des formes se fait mieux si l'on regarde à côté de l'objet, c'est-à-dire si son image sur la rétine se fait en dehors de la fovéa : un objet découvert en vision indirecte disparaît si on cherche à fixer son regard sur lui ainsi qu'on le ferait de jour et ne redevient perceptible en vision directe que si ses dimensions, son éclairement ou son contraste sont suffisamment accrus.

A éclairage égal, mais faible, les grands objets sont perçus beaucoup mieux que les petits : c'est un fait d'expérience courante que, la nuit, nous continuons à voir les objets de grand diamètre apparent (horizon, collines, masses boisées), mais qu'ils nous apparaissent privés de tout détail.

Beyne et Worms ont pratiqué des mesures de l'acuité visuelle monoculaire et binoculaire à de faibles éclairagements, qui leur ont fourni les résultats que nous allons exposer.

L'acuité visuelle à basse lumière est fonction du temps d'adaptation.

L'adaptation rétinienne, complète pour certains sujets

après vingt minutes, est pour les autres presque complète, mais n'atteint pour eux sa plus grande valeur qu'après vingt-cinq, trente et trente-cinq minutes. Après adaptation complète, les acuités visuelles des sujets jeunes et normaux s'échelonnent entre 0,06 et 0,09.

Il nous paraît d'ailleurs utile d'insister sur ce phénomène d'adaptation. Tous ceux qui, professionnellement, sont appelés à travailler en milieu faiblement éclairé savent par expérience que la vision s'améliore considérablement après un court séjour dans l'obscurité. La rétine est d'autant moins sensible que la lumière qui l'excite est plus intense. A mesure que diminue l'éclairement des objets qui nous entourent, la sensibilité de notre œil augmente et notre rétine s'adapte.

Cette adaptation n'est pas immédiate, comme nous l'avons déjà dit. Lentement réalisée, elle disparaît instantanément lorsque l'œil est placé dans un milieu vivement éclairé par une lumière blanche. L'adaptation est également perdue lorsque l'œil subit l'action de diverses lumières colorées : seul, le rouge violacé est sans action importante, propriété bien connue des radiologues.

L'acuité visuelle à basse lumière a peut-être des valeurs différentes suivant les races humaines ; Beyne et Worms ayant trouvé chez deux Tonkinois, après vingt-cinq minutes d'adaptation, une acuité de 0,10.

Enfin, l'acuité monoculaire est en général inférieure de un centième à l'acuité binoculaire.

L'acuité visuelle aux basses lumières varie avec l'âge. Chez des sujets normaux, emmétropes, dont les âges respectifs étaient voisins de 20, 30, 40, 50 et 65 ans, l'étude de l'acuité visuelle a montré une diminution progressive de l'acuité visuelle en fonction de l'âge.

Il n'existe aucun parallélisme et même, semble-t-il, aucune relation entre les valeurs fonctionnelles de l'œil à l'éclairage diurne et à l'éclairage nocturne.

Telles sont les conditions de visibilité aux faibles éclairagements pour un sujet normal. Voyons maintenant ce que devient l'acuité visuelle à basse lumière chez les sujets présentant des yeux anormaux ou pathologiques.

Beyne et Worms ont examiné un certain nombre d'amétropes légers ou moyens sans lésions du fond d'œil ; les résultats de ces examens les ont conduits aux conclusions suivantes : chez les myopes, on observe généralement de bonnes acuités visuelles s'échelonnant entre 0,06 et 0,09, obtenues sans correction pour les myopes légers (jusqu'à — 1 D) et, après correction, pour les myopes moyens (de — 1 D à — 3 D environ). Tandis que les premiers ne sont que très peu améliorés à cet égard par les verres, les seconds tirent grand bénéfice de la correction. X... par exemple, avec — 3,25 D, O D G passe de $V = 0,02$ à $V = 0,07$.

Les hypermétropes, même légers, ont des acuités relativement moins avantageuses comprises entre 0,06 et 0,07. Les hypermétropes de 2 à 3 D peuvent voir leur acuité s'abaisser à 0,05 ; les uns et les autres ne paraissent pas améliorés par la correction de leur hypermétropie.

Chez les astigmatés irréguliers, même légers, se rencontrent les acuités nocturnes les plus faibles : $V = 0,02$.

Enfin restent les héméralopies essentielles, chez lesquelles l'acuité visuelle est très faible aux basses lumières et nulle à un éclairage nocturne moyen. L'héméralope ne possède qu'une acuité crépusculaire qui, à éclairage égal, sera extrêmement inférieure à celle d'un sujet normal.

Quelles conclusions tirer pour l'automobiliste de ces conditions de vision aux basses lumières ? On ne s'est guère beaucoup occupé de l'automobiliste ; seul l'aviateur a retenu l'attention ; il est vrai qu'il est le seul à se mouvoir sans éclairage.

Mais l'automobiliste est appelé à se trouver sur la route au moment du crépuscule, où il est obligé de rouler à basse

lumière. De plus la nuit, croisant d'autres voitures, il doit passer brusquement d'un éclairage intense à un éclairage réduit. De plus, il doit percevoir de loin des signaux lumineux, généralement feux rouges et feux blancs, qui contribuent à guider sa marche.

Cette étude que nous venons de faire de la vision aux basses lumières nous sera extrêmement utile lorsque, ultérieurement, nous traiterons de la question des phares.

Néanmoins, nous pouvons déjà en tirer une conclusion : il faut empêcher l'héméralope de conduire. Sans doute pourrait-on le laisser conduire de jour seulement, mais il sera inévitablement appelé un jour ou l'autre à conduire au crépuscule et pourra être cause d'accidents très graves. Nous émettons le vœu que tout héméralope soit l'objet d'une mesure qui le prive de son permis de conduire.

Le borgne.

Au cours de toutes les études que nous venons de faire, il nous a été donné souvent d'avoir à établir un parallèle entre la vision binoculaire et la vision monoculaire. Les caractères qui différencient ces deux visions et les conséquences qui en découlent revêtent à nos yeux une importance assez considérable pour étudier dans un chapitre spécial la question du borgne.

C'est surtout dans la vision périphérique que le borgne est défavorisé :

Le champ visuel binoculaire à une étendue de 180° , le champ visuel monoculaire de 150° . Il y a donc pour le borgne une perte de 30° .

La question du borgne a été l'objet de nombreuses études.

A l'étranger, dans les pays possédant une réglementation, la situation du borgne est la suivante :

En Allemagne, pays le plus réglementé, chose curieuse, c'est celui où il y a le plus d'accidents.

Les borgnes sont admis, s'ils le sont depuis au moins deux ans.

En Autriche, les borgnes sont exclus, ainsi qu'en Finlande, Hongrie, Pologne, Portugal, Suède, Yougoslavie.

Ils sont exceptionnellement admis en Italie, avec une acuité de l'autre œil égale ou supérieure à $8/10$.

Au Danemark, les borgnes sont admis si la vision de l'œil sain est normale sans correction et s'ils le sont depuis

six mois au moins : cette tolérance n'existe pas pour les chauffeurs professionnels.

Enfin, certains pays possèdent un règlement partiel.

Les borgnes sont exclus à Buenos-Ayres, ainsi que dans quelques cités d'Australie et des Etats-Unis.

En Roumanie, l'exclusion des borgnes a été prononcée : il en est de même dans quelques contrées de Tchécoslovaquie et de Turquie.

Quatre pays étudiant un règlement se sont préoccupés de la question des borgnes. Ce sont la Bulgarie, la Grande-Bretagne, la Belgique et la Suisse.

En Belgique, depuis fort longtemps, les oculistes demandent l'examen de la vision des conducteurs d'automobiles :

De Lautsheere en 1905, Van Lint en 1908, de Metz et Coppez en 1908.

Le 1^{er} août 1924 parut une loi sur la police du roulage : étaient déclarés inaptes ceux qui avaient la vision abolie d'un œil. Cette proposition fut attaquée à la Chambre et la loi ne fut jamais appliquée.

En 1928, le professeur Weekers fait accepter par l'Académie Royale de médecine le vœu que le Gouvernement décide obligatoire l'examen physique des conducteurs : il exclut les borgnes.

En 1929, M. Weekers revient à différentes reprises sur la question : il cite 5 observations où les borgnes ont causé un accident mortel et pose encore la question de l'aptitude de ces derniers à la conduite des automobiles.

Pour lui, les borgnes ne doivent pas conduire.

Le professeur Coppez, lui, admet les borgnes comme conducteurs privés seulement.

En France, il existe un règlement partiel. Dans l'armée, le borgne ne conduit pas. Dès 1907, la Société d'ophtalmologie de Paris a étudié la question des borgnes et a émis un vœu les récusant, qui, à cette époque, resta sans effet.

Le 31 octobre 1932, l'Académie de médecine attire l'attention sur le borgne.

En 1923, MM. Morax, Dupuy-Dutemps, Onfray et Petit font adopter les conclusions suivantes par la Société d'ophtalmologie : « Acuité visuelle : 3/10 pour un œil et 1/20 pour l'autre. Correction permise. Borgnes exclus... »

En 1926, MM. Truc et Sedan, en 1927, M. Blum insistent sur la nécessité d'un champ visuel normal et n'admettent pas les borgnes comme conducteurs. En 1928, le professeur Jeandelize exclut les borgnes en tant que conducteurs de transports en commun et ne les autorise en tant que conducteurs de taxis et privés, que s'ils possèdent déjà leur permis et si l'acuité de leur œil sain est au moins égale à 7/10 sans correction.

M. Simonin, professeur de médecine légale à Strasbourg, dans son rapport au XVI^e Congrès de Médecine légale à Paris de 1931, admet que les borgnes doivent être admis à conduire.

A la discussion, M. Coutela critique la partie ophtalmologique du rapport et expose nettement le point de vue général de la responsabilité des borgnes et ne se déclare pas réhabilitateur de ces derniers. D'ailleurs, à la suite d'expertises récentes, M. Coutela est devenu convaincu de l'infériorité des borgnes.

Tels sont donc les différents règlements : d'une façon générale, les borgnes sont exclus. Nous avons vu que le borgne avait une perte de 30° de champ visuel.

Nous allons en étudier les conséquences chez l'automobiliste.

Beaucoup ont prétendu que cette perte de 30° n'avait que peu d'importance, et cela pour les raisons suivantes :

- Les mouvements de tête permettent d'y remédier.
- Le champ du borgne est plus étendu du côté temporel que celui du bivoquant, vu l'absence de convergence

et le fait qu'il tourne légèrement la tête du côté aveugle (de 10° au maximum) quand on le prie de regarder droit devant lui ; le champ visuel est rendu plus symétrique.

— Dans cette partie périphérique du champ visuel, la vision est indistincte.

— Le champ visuel nécessaire est de faible amplitude.

Masson, dans sa thèse sur l'étude physiologique, professionnelle et médico-légale du borgne (1933) étudie toutes ces questions à fond.

Quand un automobiliste roule sur la route, il regarde loin devant lui et le ruban blanc de 20 mètres de largeur qu'il contemple à distance est vu à 200 mètres par un angle de 8° , à 100 mètres par un angle de 13° , à 50 mètres par un angle de 23° .

Cette route de 20 mètres de large, élargie du double, nécessite à 200 mètres un angle de 18° , à 100 mètres un angle de 35° , à 50 mètres un angle de 62° .

Le borgne, avec ses 150° , l'aperçoit largement ; il n'a nullement besoin de se livrer à de perpétuels mouvements de tête : il a un champ visuel qui semble donc parfaitement suffisant.

Ceci est vrai pour une course effectuée en pleine campagne, mais il n'en est cependant pas moins vrai que cette perte du sixième du champ visuel entraîne des inconvénients graves, sinon en campagne, du moins dans les agglomérations où les obstacles sont plus soudains et où le chauffeur les aperçoit plus rapidement, soit à sa droite soit à sa gauche.

Cette vision périphérique, si elle est indistincte, n'est pas une vision d'avertissement et, ainsi que nous l'avons déjà signalé, son absence n'influe pas sur la facilité de notre orientation et de nos mouvements : nous cessons, en effet, de recevoir l'avertissement rétinien de l'apparition

ou de la disparition d'objets, d'obstacles sur le côté privé de vision ; et ces objets, ces obstacles peuvent nous atteindre, nous heurter avant que le sens de la vision nous ait prévenu de leur présence.

Cette perte de la vision périphérique se fera surtout sentir aux carrefours des villes, dont les angles sont bordés

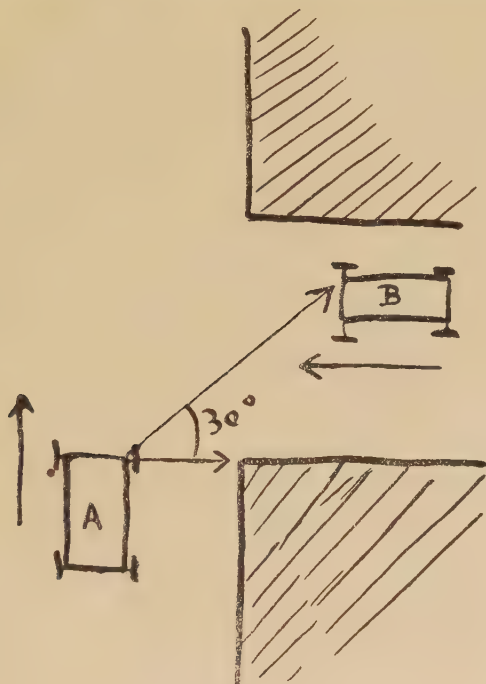


Fig. 1.

de murs ou de maisons interdisant toute visibilité latérale. Ainsi, un automobiliste borgne de l'œil droit par exemple et conduisant en A ne verra pas l'obstacle en B qui se déplace perpendiculairement sur lui (fig. 1).

En France, où l'on conduit à droite et où on accorde la priorité aux voitures venant de ce côté, la perte de l'œil droit présente un plus grand danger. Dans l'exemple précédent, le conducteur marchant à droite ne verra pas surgir

un véhicule venant dans l'angle mort de ses 30° défectueux de ce côté.

Au moment de doubler, la perte d'un œil peut également être cause d'accident. En effet, supposons que l'automobiliste A veuille doubler B. A étant borgne de l'œil droit, il devra pour doubler porter sa voiture sur la gauche de celle

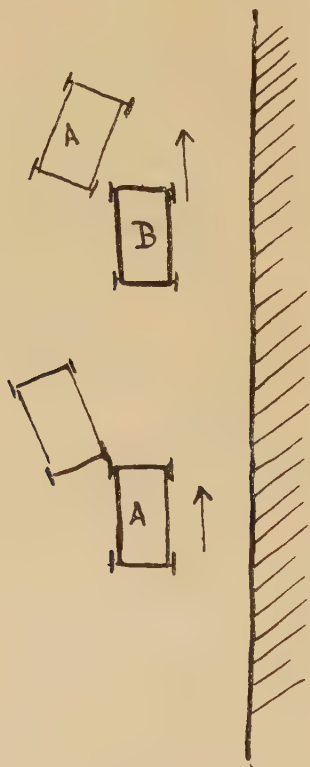


Fig. 2.

de B : pour ce faire, il tourne sa tête sur la gauche et, diminuant encore plus l'étendue de son champ visuel à droite, il risque d'accrocher la voiture de B.

Arrivé à la hauteur de B, la perte de son champ visuel l'empêchera de voir B et, par suite, il sera à craindre qu'il rejoigne trop tôt la droite de la route, d'où possibilité de nouvel accident (fig. 2).

Si l'automobiliste B est borgne de son œil gauche, enfermé dans sa voiture, il peut ne pas entendre l'avertisseur de A qui va le doubler et, à ce moment, si pour une cause quelconque, il donne un léger coup de volant à gauche il ira se jeter dans A arrivé à sa hauteur.

De plus, un automobiliste venant se ranger le long d'un trottoir, la perte de son œil droit empêchera de voir le bord de ce trottoir et il pourra heurter une borne ou renverser un piéton s'y trouvant.

Chose très importante, si cet automobiliste veut repartir et si une automobile placée en avant de la sienne l'oblige à pratiquer une marche arrière, il ne pourra, s'il a perdu la vision de l'œil du côté du trottoir, distinguer les obstacles ou les personnes se trouvant à la hauteur de ses roues arrières. Le borgne est toujours très gêné pour effectuer une marche arrière.

La perte d'un œil sera donc une gêne pour le conducteur aux carrefours, en doublant ou en se faisant doubler et lors de la marche arrière. Or, c'est dans ces occasions que se produit le plus grand nombre des accidents.

L'intégrité du champ visuel sera donc très utile au conducteur. La place du siège du conducteur joue également un rôle important : un borgne de l'œil droit sera plus gêné pour conduire si son siège est à gauche et inversement.

Les mouvements de la tête et de l'œil nous paraissent bien précaires. Quand le conducteur est dans une situation critique, il pensera à manœuvrer pour échapper à l'accident et non à donner à sa tête la position idéale qui agrandit son champ visuel. Et si le borgne tourne la tête pour suppléer au champ visuel déficient d'un côté, ne réduit-il pas par cette manœuvre son champ visuel de l'autre côté ?

Ainsi ne sommes-nous pas d'accord avec ceux qui jugent apte à conduire un homme qui a perdu 30° des 180° de son champ visuel normal. D'ailleurs, certains admettent le borgne comme conducteur privé et le rejettent comme

conducteur professionnel : c'est là une discrimination qui paraît facilement discutable, car rien n'empêche malheureusement un conducteur privé d'occasionner un accident. Une voiture particulière peut se jeter contre un autocar, bloquer sa direction et lui faire faire une embardée mortelle pour ses nombreux occupants. De plus, il n'est pas rare de voir un automobiliste privé, pour faire plaisir à des amis, charger sa voiture au maximum : il devient alors un véritable chauffeur de transport en commun !

D'ailleurs, puisque nous sommes en train d'étudier le cas du borgne nous éloignant un peu de l'étude de la vision périphérique, nous sommes obligés de considérer d'autres causes de gêne que la perte d'un œil apporte dans la conduite des automobiles.

Il est exact que l'acuité visuelle d'un œil ne s'ajoute pas à celle de l'autre, et que l'acuité visuelle donnée par les deux yeux est légèrement supérieure à celle donnée par l'œil le meilleur.

Si donc à cet unique point de vue du degré de vision centrale, un seul œil peut à la rigueur suffire, il faut bien admettre qu'un œil second est nécessaire.

En effet, un inconvénient grave pour le borgne est la perte de ce que l'on peut appeler « le contrôle de la double visée » : il faut reconnaître en effet que si la vision des deux yeux ne s'ajoute pas, l'un sert d'auxiliaire à l'autre et le supplée en cas d'obstacle imprévu.

Et ceci conduit à envisager le très grave inconvénient pour le borgne de l'atteinte de son œil unique par un corps étranger (moustique, poussière, etc...).

Simonin prétend que « l'automobiliste binoculaire est autant gêné que le borgne par la projection d'un corps étranger dans l'œil car il ferme l'autre par réflexe ».

Nous n'adoptons pas cette comparaison car l'occlusion simultanée des deux fentes palpébrales est un acte automatique sur lequel la volonté peut parfaitement agir.

La clinique ne nous montre-t-elle pas tous les jours des malades qui ont un corps étranger dans l'œil et qui viennent tous seuls nous trouver.

L'automobiliste binoculaire qui est atteint d'un côté, a parfaitement le temps avec l'œil qui lui reste de se garer et même de continuer sa route. S'il est borgne il y a impossibilité matérielle et s'il va vite c'est la catastrophe.

C'est pour cette raison qu'au cours de l'étude de la vision centrale de l'automobiliste nous demandons une certaine vision à son œil le plus mauvais.

C'est là donc une preuve palpable que la vision monoculaire d'un automobiliste est en état d'infériorité vis-à-vis de la vision binoculaire. Celle-ci possède en outre des avantages précités celui d'avoir une meilleure perception du relief. Nous rappellerons seulement les expériences faites par M. Veekers et Hubin sur « la mesure de l'acuité stéréoscopique des monophthalmes au point de vue de leur aptitude comme conducteurs d'automobiles ».

Ces expériences prouvent que les borgnes présentent un déficit net de cette acuité pour des distances de 4, 5, 6 mètres.

Or, comme ce sont les distances mêmes où un conducteur peut se trouver brusquement mis en présence des conditions fortuites qui créent un accident, il paraît donc nécessaire d'exiger des conducteurs une parfaite appréciation des distances et du relief, et par suite une vision binoculaire normale ; et son absence doit être un vice redhibitoire.

Il résulte également de ces expériences que la perte de la vision binoculaire sera pour les borgnes une gêne aussi considérable que la réduction de la vision périphérique dans l'action de doubler et de faire marche arrière.

Enfin, les borgnes ont un sens lumineux moindre et même certains sont de véritables héméralopes.

Nous avons vu que l'acuité crépusculaire et nocturne est nettement inférieure dans la vision monoculaire. Nous

ne reviendrons pas sur ce chapitre sur lequel nous nous sommes longuement étendus. Pour toutes ces raisons que nous venons d'exposer nous nous opposons à l'admission des borgnes à la conduite des voitures automobiles, nous prétendons en effet qu'un automobiliste borgne attente constamment à la sécurité de la route et de la rue.

II

Règlements

Règlements.

La nécessité d'une bonne aptitude physique et en particulier d'une bonne aptitude visuelle pour conduire correctement une automobile a depuis longtemps attiré l'attention non seulement du corps médical mais aussi des pouvoirs publics et des commissions dites de roulage.

On doit distinguer deux catégories d'automobilistes : ceux qui conduisent des voitures faisant des services publics, transportant des personnes tels que les chauffeurs d'autobus et même de taxi, et les automobilistes privés.

Certes les automobilistes professionnels ont attiré l'attention des pouvoirs publics : une réglementation leur a été imposée.

Tout candidat français qui désire obtenir la faculté de conduire soit les automobiles affectées à des transports en commun de personnes, soit des automobiles dont le poids en charge dépasse 3.000 kgr. doit se soumettre à un examen médical complet.

Au point de vue ophtalmologique voici quelles sont les conditions auxquelles les candidats Français doivent se soumettre :

ARRÊTÉ DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS DU 23 JANVIER 1933 QUI MODIFIE LES ARRÊTÉS DES 18 JUILLET 1926 ET 1^{er} AOUT 1930.

Vision.

Sont éliminatoires :

a) Les abaissements de l'acuité visuelle (avec ou sans correction par verre) au-dessous de 8/10 pour chacun des yeux.

ou bien au-dessous de 7/10 pour l'un des yeux si l'autre garde 9/10 ou bien au-dessous de 6/10 pour l'un des yeux si l'autre a une acuité de 10/10.

Seront donc éliminatoires le ptérygion empiétant sur l'aire pupillaire, les opacités cornéennes, les staphylomes de la cornée ou de la sclérotique, les kératites chroniques, les déplacements du cristallin, les divers types d'opacités du cristallin ou de la capsule, les colobomes choroïdiens, l'absence de pigment (albinisme), les affections de la choroïde ou de la rétine, les diverses atrophies des nerfs optiques, les glaucomes, les nystagmus, lorsqu'ils réduiront l'acuité visuelle au-dessous des limites fixées ;

b) Les cicatrices palpébrales ou conjonctivales, les symblépharons étendus, les ostéites chroniques ou les néoformations orbitaires lorsqu'elles entravent le déplacement du globe oculaire ou gênent sa mobilité.

L'abolition du réflexe pupillaire à la lumière, même unilatérale et quel que soit l'état du réflexe à l'accommodation ;

c) Les paralysies d'un ou de plusieurs muscles de l'œil ou des paupières, les paralysies de fonction ;

d) Toute atteinte reconnue des champs visuels.

Sont compatibles :

1° Les strabismes concomitants ;

2° Le daltonisme ;

3° Les inégalités pupillaires avec ou sans irrégularité de concours à condition que le réflexe à la lumière soit normal.

Dans l'armée, les conducteurs militaires de véhicules automobiles sont soumis aux conditions suivantes (Instruction ministérielle du 30 janvier 1925) :

Acuité visuelle égale à 1 pour chaque œil, soit 20/10 pour la vision binoculaire ; la correction par les verres sphériques concaves est seule admise et jusqu'au maximum de — 4 D. Vision binoculaire correcte ; absence de diplopie ; appréciation normale des reliefs et des distances. — Champ visuel normal. — Absence de daltonisme et d'héméralopie.

Borignes non admis.

Certaines *Sociétés de Transports* telles que la S. T. C. R. P. :

Acuité visuelle binoculaire minimum 14/10, sans correction ; minimum de 5/10 pour l'œil le moins bon.

Mobilité oculaire, champ visuel, sens chromatique normaux.

Les borgnes ne sont pas admis.

Nous estimons qu'à l'heure actuelle l'immense majorité des automobiles en circulation est constituée par des voitures privées.

Le nombre de conducteurs privés est considérable : ceux-ci passent un examen technique et roulent, conduisant leur propre voiture à l'heure et par les routes qui leur conviennent, à l'allure qui leur plaît, n'ayant d'autres responsabilités de vie d'hommes que celles qui ont bien voulu se confier volontairement à eux.

En France, aucune réglementation ne limite cette circulation et pourtant certains automobilistes peuvent non seulement commettre une imprudence vis-à-vis d'eux-mêmes en roulant, mais encore constituer un véritable danger « public » de par les accidents qu'ils peuvent provoquer.

Cette situation a tout de même pu émouvoir les pouvoirs publics : une circulaire du ministre des Travaux publics a été adressée le 23 novembre 1934 à M. le Directeur du Service des examens pour la conduite des automobiles, et à MM. les préfets.

Ministère
des
Travaux Publics

Direction Générale
des Chemins de fer
et des Routes

8^e Bureau

Détermination des
incapacités physiques
incompatibles avec
l'obtention du permis
de conduire en général,
et conditions à exiger
dans certains cas, des
dispositifs destinés à
remédier à l'impotence
des candidats.

Circulaire
Série B, n° 101.



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Paris, le 23 novembre 1934.

*Le Ministre,
à M. le Directeur du Service des Examens
pour la conduite des automobiles.*

J'ai estimé qu'il pourrait y avoir lieu de déterminer réglementairement les incapacités physiques incompatibles avec l'obtention du permis de conduire en général et les conditions à exiger, dans certains cas, des dispositifs destinés à remédier à l'impotence des candidats. Il s'agit, bien entendu, du permis de conduire les véhicules autres que ceux de transports en commun et de poids lourds, les candidats au permis de conduire ces derniers véhicules devant produire un certificat médical d'aptitude avant d'être soumis à l'examen pratique.

J'ai saisi de cette question la Commission des incapacités physiques du permis de conduire, et, conformément à son avis, j'ai décidé que vos instructions aux inspecteurs du service des examens devront contenir dorénavant les dispositions suivantes.

Les incapacités physiques, mutilations, infirmités apparaissant à l'inspecteur, après un examen pratique satisfaisant, comme étant susceptibles de faire obstacle à la délivrance du permis de conduire peuvent être classées en deux catégories :

a) *Celles dont l'importance ne peut être exactement appréciée par l'inspecteur et qui nécessitent un examen médical* (vision, audition, neurologie).

b) *Celles qui peuvent être dûment appréciées par l'inspecteur.* C'est le cas notamment des infirmités ou amputations de membres inférieurs ou supérieurs.

.

Il résulte de cette circulaire que l'inspecteur ayant remarqué une défectuosité de l'appareil visuel devra la signaler malgré un examen technique satisfaisant.

En résumé, le candidat ayant été reconnu au point de vue technique apte à conduire, mais ayant présenté une défaillance de l'appareil visuel, sera signalé par l'inspecteur et devra subir l'examen d'un ophtalmologiste.

Telle est la réglementation existant en France en ce moment : elle est large, extrêmement large, car il faudra véritablement une énorme « incapacité visuelle » pour être signalé. Celui qui passe son permis roule à une allure extrêmement modérée pour assurer une exécution rapide et satisfaisante des manœuvres qui peuvent lui être imposées.

Avec la France, plusieurs pays ne possèdent encore aucune réglementation.

En *Belgique*, seules les sociétés d'ophtalmologie ont émis des vœux (D^r Jeandelize, Prof. Weekers de Liège, *Bruxelles Médical* du 23 septembre 1928).

Le Professeur Weekers préconise de faire signer à l'automobiliste une déclaration préalable dans laquelle il se considérerait lui-même apte ou inapte à conduire une auto.

En *Grande-Bretagne*, et dans tous les pays de l'Empire britannique, sont seuls réglementés les transports publics. Un projet de réglementation touchant l'automobiliste privé est à l'étude.

En *Suisse*, l'administration centrale n'a rien à voir dans cette réglementation ; elle regarde les différents cantons ; certains d'entre eux ont édicté des prescriptions, d'autres pas.

Les *Etats-Unis de l'Amérique du Nord* n'ont pas non plus d'examen physique, mais l'*American Medical Association* s'émeut de cet état de choses et étudie la question.

Enfin, l'*U. R. S. S.* ne possède également aucune réglementation.

Parmi les pays réglementés, ceux dont les règlements sont les plus complets sont l'Allemagne, l'Autriche et la Hongrie.

L'*Allemagne* exige une acuité de 0,5 et de 0,15, demandant 0,66 ($2/3$) au bon œil si l'autre a moins de $1/6$ (0,16).

L'*Allemagne* admet le borgne au volant ; encore faut-il qu'il le soit depuis deux ans.

Chose étonnante en Allemagne, pas d'examens périodiques.

L'*Autriche* exige V. = 1 au meilleur œil et V. = 0.5 au plus mauvais.

Elle empêche de conduire les astigmatiques même corrigés, n'admet pas les borgnes, exclue les strabiques, même ceux qui ont une bonne acuité aux deux yeux. Egalement en ce pays pas d'examens périodiques et pas d'examen du champ visuel !

La *Hongrie* a un examen périodique tous les trois ans, n'admet pas les borgnes et exige 0,66 ($2/3$) et 0,33 ($1/3$).

Elle seule prescrit l'examen du sens lumineux avec l'adaptomètre de Nagel.

D'autres pays ont une réglementation moins complète.

L'*Italie* n'examine ni champ visuel, ni sens chromatique, ni sens lumineux. Pas d'examens périodiques. Par contre elle exige un total d'acuité de $14/10$ et admet les borgnes avec V. = 0,8 ! Il semble qu'elle demande soit trop peu aux borgnes soit trop à ceux qui ont leurs deux yeux.

Le *Danemark* admet la déclaration personnelle quant au sens lumineux, et remplace les examens périodiques par cette même déclaration.

Au Danemark, il faut V. = 0,5 et 0,25 : les borgnes sont admis à conduire.

En *Norvège* également le borgne conduit. Il faut V. = 0,5 de chaque œil ou 0,8 et 0,3 ; examen périodique tous les cinq ans.

La *Lettonie* ne prescrit les examens périodiques qu'après accidents.

En *Roumanie*, le borgne est exclu. V. = au moins $\frac{2}{3}$ pour l'un et l'autre œil.

Des examens de contrôle sont pratiqués chaque année.

Au *Portugal*, sont exclus ceux qui après correction n'ont pas une acuité normale.

Il faut un champ visuel normal et le borgne ne peut conduire.

En *Pologne*, le borgne est exclu, ainsi que l'héméralope et le daltoniste.

V. doit être 0,5 et 0,2.

Enfin en *Suède*, les borgnes ne conduisent pas et il faut au moins 0,7 d'un œil et 0,3 de l'autre après correction.

Cet aperçu rapide nous donne une idée de la réglementation existant dans les pays étrangers. Nous allons faire rapidement une *étude comparative* de ces divers règlements.

Au point de vue vision centrale de tous les pays, l'Autriche est le plus exigeant, puisqu'elle demande $V = 1$ pour le meilleur œil et 0,5 pour le plus mauvais, la Hongrie demande entre 0,6 et 0,7 pour le meilleur œil et 0,3 pour l'autre, le Danemark 0,8 et 0,3, la Suède 0,7 et 0,3, la Pologne 0,5 et 0,2. Tous les pays possédant un règlement admettent donc la notion d'un œil susceptible de percevoir un obstacle à une distance raisonnable et l'autre capable au moins de conserver un champ visuel normal si sa vision centrale est minime.

Quant à la vision périphérique, il est curieux de constater que l'Allemagne, pays possédant la documentation la plus complète, autorise le borgne, il en est de même pour l'Italie. Alors que l'Autriche, la Finlande, la Hongrie, la Norvège, la Pologne, le Portugal, la Suède et l'Union Sud Afrique n'admettent pas le borgne. Certains pays autorisent le borgne à conduire mais exigent un certain laps de temps

d'adaptation : l'Argentine demande deux ans de vision monoculaire, le Danemark six mois.

On est frappé de voir combien même les prescriptions les plus sévères montrent de lacunes. L'Allemagne et l'Autriche ne prescrivent pas d'examens périodiques; leurs gouvernans estiment pourtant qu'un aphaque ne peut conduire.

L'Autriche va si loin que même les astigmatés, porteurs de verres corrigeant leur astigmatisme, n'ont pas le droit de s'asseoir au volant. A quoi sert alors d'édicter des réglemens sévères si une fois qu'une personne a reçu son permis, on ne contrôle plus jamais ses aptitudes physiques ?

Quant à l'héméralopie, elle semble n'attirer l'attention que de la Pologne.

Déplorons qu'en France seuls les poids lourds et les transports en commun aient pu attirer l'attention des pouvoirs publics. Les chauffeurs de taxis et les chauffeurs du dimanche qui conduisent des voitures bien garnies sont pourtant assimilables à de petites entreprises de transport en commun. De plus, souvent l'automobiliste privé est à l'origine d'un accident dans lequel est entraîné une voiture de transport en commun.

Emettons le vœu que les pouvoirs publics étudient la question de l'automobiliste privé. L'association de prophylaxie de la cécité que dirige le professeur de Lapersonne, pourrait, peut-être, s'intéresser à la question. Il est étudié à la Société des Nations une signalisation internationale à l'usage des chemins de fer. Les chemins de fer ont toujours attiré l'attention des pouvoirs publics. A l'heure actuelle, le trafic routier est incontestablement de plus en plus élevé, nous souhaitons que les futurs Congrès internationaux d'ophtalmologie veuillent bien étudier une réglementation internationale pour les conducteurs d'automobiles privées.

III

Des améliorations apportées
aux conditions physiologiques normales
par des procédés artificiels.

Des améliorations apportées aux conditions physiologiques normales par des procédés artificiels.

AUGMENTATION DE LA VISIBILITÉ.

Les constructeurs automobiles se sont efforcés d'alléger la tâche du conducteur en lui imposant le minimum de fatigue oculaire. Les yeux jouant le premier rôle dans la conduite d'une voiture, la visibilité a été de plus en plus augmentée. De nos jours, la voiture de sport ou la voiture découverte devient moins utilisée que la conduite intérieure.

Cette question de visibilité dans les voitures a été d'ailleurs étudiée par M. Louis Roux de l'Institut d'Optique.

A l'heure actuelle la très grosse majorité des voitures est composée de conduites intérieures. Au volant, le conducteur doit avoir un maximum de visibilité.

La glace de devant lui assure un écran transparent mais à chacun de ces côtés les larges montants qui relient le toit à l'auvent créent une véritable zone aveugle.

La carrosserie emploie un seul montant : il le faut large et robuste pour supporter une grosse charge, résister à des phénomènes de jeu et présenter un élément de sécurité lors d'un accident possible. Pour des raisons de solidité, de rigidité de la carrosserie le montant doit être placé d'angle où il soutient le toit, offre une fixation solide au pare-brise et sert d'encastrement à la porte.

Par conséquent il ne saurait être ni diminué dans son épaisseur ni déplacé plus en arrière.

Cette zone noire délimitée par les rayons visuels tangentiels au montant et divergeant vers l'avant s'élargit de plus en plus avec la distance de telle sorte qu'elle va cacher progressivement un homme, un cycliste, une voiture etc.

Cette partie masquée qui va s'élargissant vers l'infini cache donc un obstacle compris dans une zone éminemment dangereuse où les réflexes les plus rapides peuvent être surpris. Le conducteur « voit » mal et c'est un fait grave qui compromet la sécurité non seulement des occupants de la voiture mais aussi des êtres humains évoluant dans son voisinage.

Un grand nombre d'accidents se produisent aux croisements. Combien de fois le conducteur n'a-t-il pas allégué l'excuse suivante : je n'ai pas « vu » arriver la voiture avec laquelle je suis entré en collision.

Le problème résolu consistait donc à augmenter, la visibilité du conducteur, à la rendre intégrale sans affaiblir le pied de la caisse.

Le montant opaque a été remplacé par un panneau en glace de sécurité judicieusement arrondi et serti entre deux montants en acier spécial.

Ces montants vont nécessairement créer eux aussi une « zone noire » délimitée par les rayons visuels tangentiels. Mais cette disposition est basée sur la vision binoculaire. Plaçons un doigt verticalement devant nous à bout de bras on constate en fermant alternativement chacun des yeux que notre doigt, qui masque par exemple un objet à l'œil droit le laisse apercevoir à l'œil gauche et vice versa. Si on ouvre les deux yeux à la fois le doigt semble devenu transparent : c'est qu'ayant un écartement moindre que l'écartement des deux yeux, ce que l'œil droit ne voit pas, l'œil gauche le voit et inversement. Mais si l'on refait cette expérience non plus avec un doigt mais avec un livre dont la largeur est

supérieure à l'écartement pupillaire, on constate cette fois que notre objet est resté caché, même avec les deux yeux

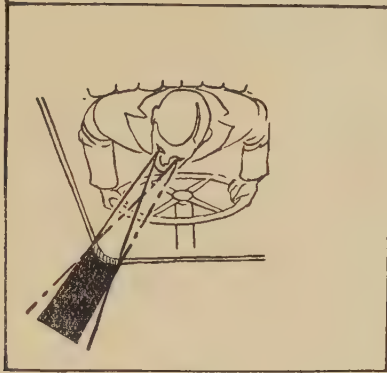


Fig. 3.

ouverts. On observe aussi que la surface masquée est d'autant plus étendue que la distance de cette surface à l'observateur est plus considérable.

Ces observations ont fait l'objet d'une ingénieuse application pratique comme on peut s'en rendre compte par les

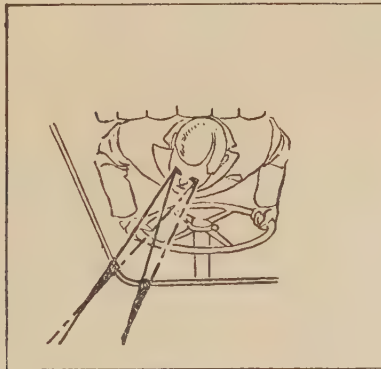


Fig. 4.

croquis ci-contre. Le montant classique reproduit dans la figure 3 évoque le livre d'une largeur supérieur à l'écarte-

ment inter-pupillaire, la vision est interdite par une zone massive qui va en s'amplifiant vers l'infini proportionnellement à la distance. Chacun des montants imaginés par notre constructeur représente au contraire le doigt étroit.

Or la largeur de ces montants étant inférieur à l'écartement pupillaire, les zones étroites masquées sont pratiquement abolies, l'œil gauche percevant ce qui échappe à l'œil droit et inversement.

Les rayons convergent derrière les montants au lieu de diverger : la zone opaque se rétrécit au lieu de s'élargir, si bien qu'à une distance des yeux inférieure à 2 mètres cette zone noire disparaît, les regards se croisent et la visibilité devient intégrale.

Voici donc par ce procédé le champ visuel du conducteur considérablement agrandi (fig. 4).

A ce sujet, nous nous élèverons contre la position occupée par les appareils enregistreurs des voitures de place : leurs taximètres généralement incrustés à l'angle inférieur de leur pare-brise contre le montant de la carrosserie diminuent considérablement la visibilité.

Les rétroviseurs.

Les miroirs placés au-dessus du pare-brise et réfléchissant par la glace arrière, la route que l'automobiliste laisse derrière lui aident énormément car ils augmentent considérablement le champ visuel du conducteur.

Ces miroirs rétroviseurs aident d'abord dans la marche arrière, permettant de voir sans se retourner. Mais leur aide est tout aussi précieuse dans la marche avant. Et les pouvoirs publics l'ont si bien compris qu'à l'heure actuelle le miroir rétroviseur n'est pas un accessoire mais une chose que tout automobiliste doit avoir obligatoirement dans sa voiture.



Fig. 5. — Voiture ordinaire : le montant reliant la glace à l'auvent constitue une zone aveugle.



Fig. 6. -- Le montant a été remplacé par un dispositif augmentant la vision panoramique dans des proportions appréciables.

C'est surtout en ville, que le rétroviseur est indispensable. A chaque arrêt de la circulation, le conducteur d'un coup d'œil peut voir ce qu'il a derrière lui et deviner même s'il va être doublé incessamment.

Sur route, lorsqu'un signal auditif demande le passage il suffit d'un regard jeté dans le rétroviseur pour savoir le genre de voiture qui veut passer et cela sans avoir à se retourner, manœuvre qui serait extrêmement dangereuse à des vitesses élevées.

D'ailleurs, si le rétroviseur aide beaucoup dans la conduite de l'automobile, les commandes à manier jouent de par leur place, de par leur accessibilité un rôle très important.

Elles seront d'autant plus maniables qu'elles demanderont des yeux le contrôle le plus restreint possible. C'est ce qu'ont compris les constructeurs en donnant des changements de vitesse pratiques : boîtes à vitesse à quatre coins ne demandant aucun contrôle de la vue.

Les phares et les avertisseurs ont maintenant leurs commandes réunies à proximité de la main sous le volant en un dispositif simple et d'une maniabilité extrêmement facile.

Ainsi les yeux ne seront pas distraits de la route qu'ils doivent constamment surveiller.

La signalisation optique.

La signalisation optique a fait ces temps derniers de remarquables progrès et aide énormément à la conduite des automobiles éveillant l'attention sur l'obstacle à venir. Ces signaux ont revêtu une forme extrêmement simple réduits à un seul caractère et la reproduction simplifiée de l'obstacle signalé.

Le signe aperçu est donc d'un dessein très simplifié, c'est très rarement une lettre, jamais un mot mais une image qui « saute aux yeux » et ne sollicite aucune traduction pour un étranger. C'est ainsi que le virage est signalé par un S ; d'autres signes extrêmement simples signalent les dos d'âne, les cassis, les croisements, les passages à niveaux, les endroits où la route se rétrécit, les écoles, etc...

Une intéressante expérience a été faite sur la route de Mantes, plus connue sous le nom de « route de quarante sous » à Ecquevilly au croisement des Mureaux.

Du fait de la disposition des lieux et de l'encombrement de la route, cet endroit particulièrement dangereux est le théâtre chaque année de nombreux accidents. Il était nécessaire d'étudier un moyen de signalisation particulier du fait de l'absence de toute visibilité latérale.

Le Touring-Club de France a installé à l'angle des deux routes des miroirs rétroviseurs de grandes dimensions. Cette expérience de signalisation par miroirs rétroviseurs a été fertile en enseignements pratiques. Mis en place en juin dernier aucun accident ne s'est produit en cet endroit depuis leur installation.

Voici un nouveau moyen de signalisation qui devrait être utilisé sur une échelle plus élevée. Déjà dans certaines villes nous avons pu en constater l'extension, certains croisements ont été dotés de semblables miroirs et après une courte adaptation les usagers de la route n'ont pu qu'en retirer des bénéfices appréciables.

De nuit également la signalisation est extrêmement importante. Les voitures se meuvent avec un feu coloré en rouge à l'arrière. Il n'y a pas si longtemps encore, les poids lourds ne possédaient comme signalisation que leurs feux avant blancs et leur unique feu rouge arrière.

Les croiser était une chose fort dangereuse car, ébloui par leurs feux, on ne pouvait distinguer leur masse, l'écartement de leurs phares n'étant pas supérieur à celui d'une voiture

de tourisme. Maintenant ces poids lourds se meuvent dotés d'un système de signalisation signalant leur importance. Un feu rouge brille à chacun des angles de leur carrosserie et donne ainsi une idée de leur largeur.

De même, le fait que le conducteur d'une voiture actionnant son frein et ralentissant sa vitesse mette en action un signal coloré est très important, car la voiture qui suit prévoit ainsi des ralentissements ou des arrêts parfois dangereux parce qu'inattendus.

La nuit la coloration en blanc des arbres au niveau des virages aide considérablement le conducteur. Des poteaux en ciment ont même été plantés là où les arbres n'existaient pas. Mais la meilleure signalisation consiste encore en cataphotes, petits appareils en verre, qui, insensibles au brouillard, à la pluie réfléchissent la lumière des phares et, qui par leur brillance dessinent au loin le pourtour complet du virage. La brillance des divers signaux a d'ailleurs été augmentée en les composant de plusieurs petits miroirs métalliques et convexes qui les rendent plus sensibles à la lumière des phares.

D'autre part, l'alternance des couleurs a été mise en jeu : aussi les barrières des passages à niveau alternativement peintes en blanc et rouge et dotées de système de brillance sont-elles visibles de loin.

Il est une signalisation très utile, c'est la ligne blanche qui aux virages, aux dos d'âne délimite la droite et la gauche en divisant la route en deux parties égales.

Cette ligne délimite une zone de roulage que doit emprunter l'automobiliste, elle l'oblige à tenir sa droite, c'est dans ce but qu'elle a été réalisée. Mais elle a un autre avantage insoupçonné c'est d'être extrêmement précieuse la nuit par temps de brouillard ; elle tranche sur le sol de la route et constitue un guide précieux aidant considérablement le conducteur qui, se fiant à elle, roule au milieu de la chaussée.

Cette ligne blanche nous a été souvent très précieuse dans les conditions que nous venons d'indiquer et nous serions heureux de la voir reproduite dans les régions où le brouillard sévit particulièrement.

Conduite à droite et conduite à gauche.

Les dispositifs de conduite des automobiles varient en général avec la marque : certains constructeurs sortant leurs voitures avec la conduite à gauche, d'autres, au contraire avec la conduite à droite, chose curieuse pour un pays où le code de la route exige que les voitures tiennent leur droite pour se déplacer.

Dans ces conditions la conduite à gauche semble favoriser le conducteur quand il croise : en effet, il voit exactement l'intervalle nécessaire à céder pour croiser la voiture qui vient.

Pour doubler, il semble que placé à gauche de sa voiture l'automobiliste puisse découvrir plus rapidement si la route est libre ou non pour s'engager.

Il semble donc *a priori* que la conduite à gauche augmentant la visibilité soit un facteur de sécurité.

Tel n'est pas l'avis pourtant d'un commandant de gendarmerie qui a pu établir une longue statistique d'accidents automobiles et en tirer quelques conclusions. Le commandant Serin a pu conclure que la conduite à gauche était à l'origine de beaucoup d'accidents.

En effet prétend-il celui qui conduit à gauche tient généralement mal sa droite, roule au milieu de la chaussée avec tendance à empiéter sur le côté gauche. Pour se diriger, nous avons besoin d'un point de repère. Dans un désert rigoureusement plan et dépourvu du moindre repère, il sera impossible à l'automobiliste de marcher rigoureuse-

ment droit : il lui manquera un repère... De même sur la route, celui qui roule à droite fixe le côté de la route, et s'en tient éloigné d'une distance à peu près fixe. Régulant sa marche sur l'accotement, l'automobiliste a tendance à rouler en tenant rigoureusement sa droite.

De plus, pour croiser, celui qui conduit à gauche ne se range pas à droite en visant le bord de la route mais en visant l'espace qu'il juge nécessaire pour que sa voiture n'accroche pas l'autre. Il vise son aile et l'aile de la voiture qui arrive et croise souvent d'extrêmement près.

Celui qui conduit à gauche croise toujours de beaucoup plus près que celui qui conduit à droite : d'où sources d'accidents. En effet, en conduisant à droite pour croiser on se rabat sur sa main en visant pour cela le bord droit de la route et non l'aile de la voiture qui vient.

La protection des yeux.

La protection des yeux est largement assurée par le pare-brise. A l'heure actuelle les pare-brise sont incassables, ainsi que toutes les glaces d'une voiture. On frémit encore à la pensée du danger qu'il y a à conduire avec une glace cassable, à la merci d'une pierre ou choc violent avec un obstacle quelconque.

Ces glaces incassables offrent une résistance considérable aux chocs, aux vibrations, à la flexion, à la torsion, à la chaleur et aux variations de température. Si, par un choc très violent, ces glaces arrivent à se briser au lieu de produire comme la glace ordinaire de grands éclats tranchants et acérés, ces glaces se fragmentent en une infinité de petits morceaux sans arêtes vives comparables comme grosseur et structure au sel de cuisine et par conséquent sans danger.

On saisit toute l'importance de semblables propriétés. Circulent encore quelques voitures non munies de semblables glaces. C'est là une chose extrêmement dangereuse.

Ces glaces de sécurité ont servi à confectionner des lunettes que portent les coureurs automobilistes qui protègent leurs yeux non seulement contre le vent mais contre les moucherons, la poussière et tout autre cause d'occlusion réflexes des paupières qui, à des vitesses élevées, peuvent être causes d'accidents mortels.

Phares.

A l'heure actuelle, la circulation automobile s'intensifiant et les procédés d'éclairage ayant réalisé de gros progrès, les routes sont de plus en plus fréquentées la nuit.

Qui d'entre nous n'a pas été frappé par l'impression pénible d'aveuglement que nous procure face à nous l'arrivée d'une voiture phare allumés ? De simples et antiques phares à acétylène sont suffisants pour nous causer ce malaise. Or les voitures d'aujourd'hui sont munies de puissants phares électriques qui créent une plage éblouissante génératrice de nombreux accidents.

En effet, fortement impressionnés par une source lumineuse intense, par contraste, tous les alentours paraissent d'un noir impénétrable et malheur au piéton, au cycliste peu ou mal éclairé qui se trouve sur le parcours de l'automobiliste ébloui.

Après la guerre, une première campagne a été entreprise contre le danger le plus redoutable de la circulation nocturne : la lumière qui tue.

Tout d'abord, l'usage suivant fut adopté : dès qu'ils s'apercevaient la nuit, les automobilistes passaient immédiatement de l'éclairage route à celui de ville. Ils évitaient ainsi l'éblouissement mais ne résolvaient nullement le problème de la sécurité : passant brusquement du maximum au minimum d'éclairage, ce dernier étant pratiquement nul, ils ne voyaient plus du tout leur route.

On a obligé enfin les conducteurs de voitures à munir leurs phares de dispositifs dits « Code ».

Nous vivons actuellement sous le régime du phare route éclairant à 100 mètres au minimum à l'aide d'ampoules dont la puissance ne doit pas dépasser 72 bougies. et du phare code dont le faisceau lumineux ne doit en aucun cas s'élever au-dessus de 1 m. 10 pour les voitures de tourisme.

Ce serait parfait si tous les automobilistes étaient à la fois respectueux des lois, assez prudents et assez polis pour utiliser l'éclairage code quand cela est nécessaire.

Malheureusement, il n'en est pas toujours ainsi, certains automobilistes augmentant la puissance lumineuse tolérée en survoltant leurs ampoules, et d'autres utilisant de bonne foi des phares codes homologués, continuant d'éblouir par excès de brillance.

Et les accidents ne sont pas rares, résultant directement soit d'une inobservation parfois criminelle du code, soit d'un éblouissement produit par brillance du phare code.

Nous nous proposons d'étudier le phénomène d'éblouissement, pour nous arrêter ensuite sur le phare code à brillance nulle, et terminer par une étude de la lumière sélective jaune et de l'éclairage des routes.

1^o L'éblouissement.

On dit qu'un phénomène lumineux est éblouissant, lorsqu'il nous empêche de distinguer des portions de l'espace dans lesquelles il ne se produit pas.

On peut être ébloui par l'éclat d'une source lumineuse trop intense, supprimant momentanément la sensibilité rétinienne. Si nous portons nos regards sur le soleil, par exemple, et que nous regardions ensuite un objet moins lumineux, la rétine paraît aveugle sur toute la portion de sa surface ayant reçu l'image du soleil.

L'éblouissement survient encore par diffusion des rayons

lumineux dans les milieux de l'œil ; les rayons lumineux provenant d'une source de lumière assez intense, subissent une certaine diffusion dans les milieux de l'œil (humeur aqueuse, cristallin, corps vitré), et la source lumineuse paraît entourée d'un halo lumineux, d'autant plus intense et d'autant plus grand qu'elle est plus puissante.

L'éblouissement peut se produire par *contraste*.

Lorsque dans un point de notre champ visuel se trouve une source lumineuse intense, nous réglons l'ouverture de notre orifice pupillaire de façon à n'accepter sur notre rétine qu'une quantité de lumière incapable de nous aveugler. L'œil ainsi diaphragmé cesse de voir les objets moins lumineux qu'il percevrait avec une ouverture pupillaire plus grande.

Autre cause d'éblouissement : notre œil n'étant pas chromatique, nous ne pouvons en même temps obtenir une image nette d'un objet polychrome pour les diverses couleurs qu'il émet, c'est pourquoi un objet très lumineux est vu entouré d'un halo qui devient perceptible quand ce halo se produit sur un fond moins lumineux que lui.

Enfin, signalons que lorsque l'œil reçoit en même temps de la lumière visible et des rayons ultra-violets, le cristallin et les milieux de l'œil deviennent fluorescents : une sorte de brouillard lumineux paraît interposé entre notre œil et les objets que nous regardons. Ce phénomène peu intense et très peu gênant que signale le Dr J. L. Pech, professeur de physique médicale à l'Université de Montpellier, n'est réalisé qu'avec certaines sources lumineuses dont le spectre d'émission est riche en rayons ultra-violets (arcs électriques, lampes à vapeur de mercure, lampes demi-watt à verre transparent pour la lumière de Wood).

Quelle est donc la nature du phénomène dit d'éblouissement produit par les phares d'automobile ?

Les projecteurs d'automobiles munis de lampes élec-

triques à filament de tungstène porté à une température d'environ 2.800 degrés absolus constituent des générateurs de toutes les radiations visibles et invisibles. L'utilisation de ces lampes produit un faisceau intense de lumière blanche qui même à grande distance aveugle.

Sans doute cette forte source lumineuse éblouit par son intensité, diminuant la sensibilité de la rétine, nous empêchant de voir par la loi des contrastes des points moins bien éclairés.

Mais généralement la voiture qui arrive sur nous se met en phares « code », l'intensité de la source lumineuse est considérablement diminuée.

Cependant, par contraste, le passage d'un éclairage maximum à un éclairage moindre nous gêne considérablement.

De plus, par des phénomènes de brillance il existe un « halo » qui entoure le réflecteur, ce qui constitue un champ d'éblouissement.

Ceci nous amène à considérer le phare généralement employé avec son système code à brillance réduite et à étudier un phare code réalisant une brillance nulle.

2^o Le phare ordinaire.

Le réflecteur d'automobile est constitué par une surface présentant de nombreux foyers (miroir non aplanétique) et utilise une source lumineuse de valeur non négligeable.

On utilise des réflecteurs dit paraboliques.

La source lumineuse est fournie par une ampoule à deux filaments : un de ses filaments occupe le foyer de la parabole et donne par son incandescence un faisceau lumineux conique de faible ouverture et de grande portée, dit « éclairage route » (fig. 7).

Pour l'éclairage « Code », le même miroir parabolique

et la même lampe vont être utilisés, mais c'est un autre filament qui va jouer.

Il est décalé en avant, le plus près possible du premier et légèrement au-dessus de l'axe optique. De cette façon, le faisceau lumineux produit sera rendu plongeant. La para-

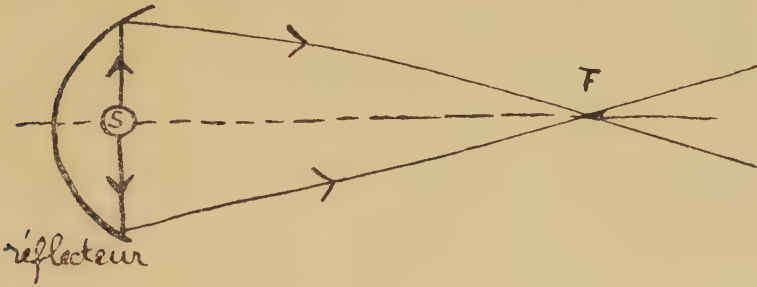


Fig. 7.

bole devient ellipse et il est créé un foyer secondaire en avant et au-dessous de l'axe optique (fig. 8).

Ce filament est caché dans l'hémisphère inférieure de la lampe par une petite coupelle, ce qui fait que la partie inférieure du réflecteur n'est pas émettrice ; cependant l'ob-



Fig. 8.

servateur placé en face et théoriquement hors du faisceau code voit l'appareil optique, tout est visible pour lui : il y a brillance.

Et c'est ce phénomène de brillance qui éblouit encore,

considérablement moins que dans le faisceau « route », mais suffisamment pour ne pas apercevoir un obstacle et ne pas distinguer les formes de la voiture qui vient sur vous.

Et il y a brillance parce qu'il est impossible de réaliser un miroir parabolique idéal, c'est-à-dire ayant un foyer géométrique réduit à un point sans dimensions et de placer à ce foyer une source lumineuse réduite à un point géométrique... les réflecteurs paraboliques employés présentent un nombre considérable de foyers géométriques donnant une sorte de lumière diffuse et tout point géométrique d'un réflecteur de ce genre fournit un nombre infini d'images constituant un halo qui entoure le réflecteur et constitue une brillance. Si l'on ajoute à cela l'effet du verre placé devant le réflecteur et la somme des réfractions que peuvent produire des gouttes d'eau à sa surface, on comprendra que le phénomène de brillance ira en augmentant.

Et à propos du phare ordinaire il est intéressant de se rendre compte de la façon dont il se comporte vis-à-vis du *brouillard*. Du phare part un rayon qui va vers un obstacle qu'il éclaire. Pour être visible cet obstacle va absorber une partie de la puissance de ce rayon qui devra revenir à notre rétine pour l'impressionner.

Mais, déjà affaibli, ce rayon devra pour revenir de l'obstacle à notre rétine franchir une zone de brouillard.

Ce brouillard éclairé par notre phare va constituer un écran.

Ce rayon de retour sera donc affaibli non seulement normalement puisque l'objet éclairé n'a pas une intensité lumineuse égale à la source lumineuse, mais il sera encore affaibli par contraste puisque le brouillard éclairé va constituer un écran.

Ainsi si le brouillard est éclairé à 0 lux 2 et si l'intensité du rayon de retour est inférieure à 0 lux 2, l'obstacle va devenir invisible.

3^o Phare code à brillance nulle.

Etudions maintenant le procédé employé qui a pu réaliser un phare code à brillance nulle.

En voici le principe :

Considérons notre phare parabolique et ses rayons émis se croisant au foyer F (fig. 9).

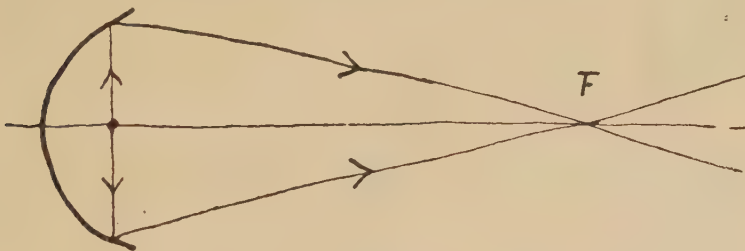


Fig. 9.

Si nous cachons la moitié inférieure du réflecteur par un cache, va disparaître une partie des rayons.

Nous interceptons une partie des rayons qui donne naissance à une plage éblouissante (fig. 10).

Nous n'aurons plus en avant de F que la zone $nFn2$,

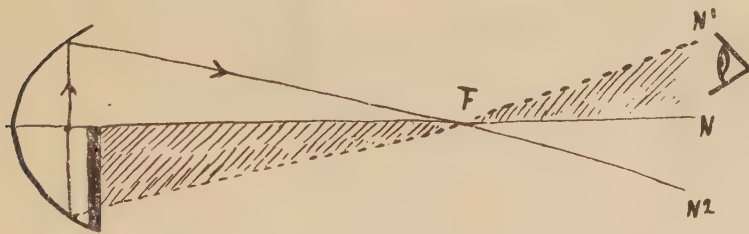


Fig. 10.

laquelle éclairera parfaitement la route du conducteur placé en O' sans aveugler l'usager placé en O'' (fig. 11).

On a là un code dont le faisceau ne dépasse pas les 1 m. 10 imposés. Mais il y a encore brillance, puisque l'ob-

servateur voit l'optique et la portion du faisceau FN^1 . Alors un deuxième cache placé au foyer va intercepter ce faisceau. Ce qui fait que l'œil en O ne sera soumis à aucune

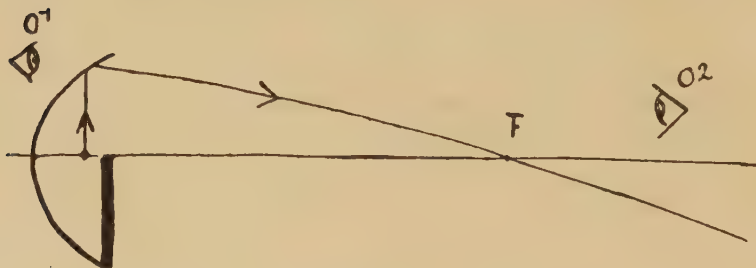


Fig. 11.

brillance, les hachures représentant l'obscurité absolue (fig. 12).

Aussi, avons-nous pu assister à l'expérience suivante : au fond d'une chambre noire, des phares codes tous homologués furent allumés et nous fumes priés d'en déterminer le nombre. Ils projetaient une plage lumineuse et nous dûmes

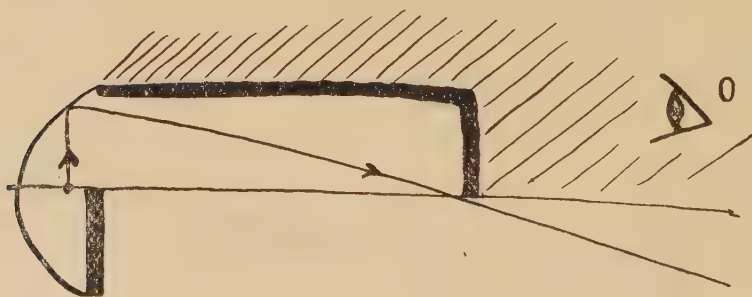


Fig. 12.

pour répondre nous baser sur les phénomènes de brillance, c'est-à-dire sur les sources lumineuses visibles. Nous avons d'abord évalué à trois le nombre de phares alors qu'il y en avait cinq. Les deux que nous n'avions pu déceler étaient à brillance nulle et se réclamaient du procédé sus-indiqué.

Ce phare code à brillance radicalement nulle nous a permis de distinguer les détails d'une voiture, alors qu'avec d'autres phares codes des phénomènes de contrastes et de brillance créant un halo éblouissant ne nous autorisaient à déduire l'importance de la voiture que par l'écartement des phares.

De plus, dans le *brouillard*, sous les chutes de neige, l'éclairage obtenu par un code à brillance nulle s'est révélé exceptionnel, car la partie inférieure à l'axe optique du phare restant dans l'ombre absolue, de par la loi des contrastes, l'obstacle dont nous parlions plus haut éclairé de 0 lux 2 reste visible ; la brume, n'est plus éclairée de 0 lux 2 et si l'intensité du rayon de retour est même inférieure à 0 lux 2 elle est suffisante pour permettre de voir l'obstacle.

4° La lumière jaune.

Depuis déjà quelque temps circulent des voitures employant des lampes colorées en jaune. Ces ampoules dites sélectives ne laissent pas passer les rayons bleus et violets, supprimant ainsi l'éblouissement pour qui regarde la source lumineuse.

Une communication a été faite à l'Académie des Sciences en faveur de cette lumière sélective.

Le Dr Bommier a fait une enquête dans la *Quinzaine médicale* qui a donné des résultats qui paraissent nets. Voici d'ailleurs les questions qui étaient posées :

1° La lumière jaune vous éblouit-elle moins que la lumière blanche ? Réponses affirmatives.

2° Estimez-vous que du fait d'un éblouissement moindre il est possible de se croiser sans faire appel à un dispositif selon le code de la route ? Réponses divergentes : 30 % ne se déclarent pas gênés dans le croisement en

lumière jaune de plein jet, 70 % estiment qu'il est néanmoins nécessaire de se mettre en code.

3° La période de réadaptation après éblouissement est-elle moindre avec la lumière jaune ? Réponses affirmatives dans la quasi unanimité.

4° La lumière jaune améliore-t-elle les conditions de la conduite par temps de pluie en faisant disparaître les phénomènes d'irisation dont les gouttes d'eau de pluie sont le siège ? Réponses unanimement affirmatives.

5° La lumière jaune améliore-t-elle nettement les conditions de la conduite par temps de brouillard ? Oui en cas de brouillard léger ou moyen. En cas de brouillard intense on constate l'échec de toute lumière.

6° Par suite de l'accroissement de la valeur des contrastes invoqué en faveur de la lumière jaune la fatigue oculaire lors de la conduite de nuit est-elle moindre ?

La fatigue oculaire est généralement considérée comme moindre, quoique plusieurs contestent l'accroissement de la valeur des contrastes.

Ainsi cette enquête a-t-elle pu affirmer l'augmentation de sécurité procurée à tous les points de vue par l'emploi de la lumière sélective.

D'autre part, au Congrès de la Sécurité de la route tenu à Paris en octobre 1933 sous la présidence de M. le professeur Tanon, le Dr Failly et M. Escher Desrivières ont fait une communication importante sur les réactions visuelles psychomotrices en relation avec l'éblouissement par les phares, et au cours de cette communication une large place a été faite par les auteurs à l'étude de la lumière jaune.

Enfin, le Dr Cousin a présenté en 1934 un rapport sur la lumière jaune à la Société française d'ophtalmologie.

De ces différentes études nous avons pu tirer quelques notions sur l'emploi d'une lumière sélective pour réduire l'éblouissement.

Les projecteurs d'automobiles, qui sont munis de lampes électriques à filament de tungstène porté à une température d'environ 2.800 degrés absolus, constituent des générateurs de toutes les radiations visibles et invisibles, aussi bien calorifiques que chimiques.

L'utilisation de telles lampes conduit donc à un faisceau intense de lumière blanche qui, à grande distance, peut encore produire des phénomènes d'éblouissement très dangereux.

Afin de réduire considérablement cet éblouissement, des recherches entreprises ont mis en évidence les avantages de la sélection de la lumière à l'aide de verres ayant pour effet de supprimer totalement certaines parties du spectre lumineux.

On sait, en effet, que les impressions visuelles de l'œil humain résultent de deux types de récepteurs : les cônes et les bâtonnets, les cônes sensibles aux radiations de grande longueur d'onde, les bâtonnets sensibles aux radiations de courte longueur d'onde.

Une telle particularité montre que, pour réduire l'éblouissement, il y a intérêt à soustraire les bâtonnets aux radiations de courte longueur d'onde, et cela d'autant plus que leur sensibilité peut être facilement réduite au 1/10 000 de leur valeur normale à la suite d'un éblouissement.

A égalité d'éclairement sur la pupille, l'éblouissement sera moindre avec une lumière dépourvue de radiations de courte longueur d'onde qui n'insensibilise pas les bâtonnets. Après un éblouissement par une telle lumière, d'une part, la partie périphérique qui contient surtout des bâtonnets conserve sa très grande sensibilité, puisqu'elle n'a pas été excessivement impressionnée ; d'autre part, la fovea, ou partie centrale, qui contient surtout des cônes, retrouve rapidement sa vision, car ces éléments récepteurs varient très peu de sensibilité.



L'emploi d'une telle lumière doit offrir un grand intérêt pour la visibilité. En effet, à égalité d'éclairement sur les objets, la visibilité se trouve accrue, d'une part parce que la fovea, qui sert à la vision dans l'axe du regard, perçoit plus facilement les lumières de grande longueur d'onde, et d'autre part parce que la périmacula qui sert à la vision de tout ce qui n'est pas dans l'axe du regard, c'est-à-dire les abords de la route, et qui est très sensible aux radiations de courte longueur d'onde, conserve toute sa sensibilité pour percevoir les abords éclairés par la lumière crépusculaire.

Il résulte qu'il y a intérêt à utiliser un faisceau qui soit d'une part riche en radiations de grande longueur d'onde (rouges, orangées, jaunes, vertes), afin de mieux percevoir, et qui soit, d'autre part, dépourvu des radiations de courte longueur d'onde afin de réduire l'éblouissement.

Cette lumière si intéressante du point de vue ophtalmologique, ainsi que l'avaient déjà remarqué, en 1906, MM. Motais et Tscherning, possède encore l'heureuse propriété d'être moins diffusée par les milieux troubles auxquels sont assimilables la brume et le brouillard.

Ainsi, que ce soit dans le but de réduire l'éblouissement, ou bien dans le but d'améliorer la visibilité, ou bien encore dans le but d'améliorer la transmission à travers les milieux brumeux, il y a toujours intérêt à utiliser des lampes dont l'ampoule est réalisée avec un verre ayant la propriété d'absorber intégralement, sous une faible épaisseur, les radiations violettes, indigo et bleues et de transmettre, avec le minimum d'absorption, les radiations vertes, orangées, jaunes et rouges.

Le verre qui réunit ces conditions est un verre à base de sulfure de cadmium. Il se présente avec une belle colo-

ration jaune d'or par transparence ; il filtre toutes les radiations de longueur d'onde supérieure à 0,530 micron, avec une absorption minime, et arrête intégralement toutes les radiations de longueur d'onde inférieure à 0,480 micron.

Il est caractérisé principalement par une diminution brusque du facteur de transmission pour les radiations de longueur d'onde comprises entre 0,510 et 0,490 micron.

Le facteur total de transmission de ce verre, déterminé à partir des courbes de transmission spectrale pour le rayonnement d'une lampe à filament de tungstène dont la température de couleur est de 2.800 degrés absolus, est de l'ordre de 0,80.

Au point de vue colorimétrique, la couleur du rayonnement d'une lampe réalisée avec ce verre sélectif est définie par la radiation dominante de longueur d'onde 0,582 micron, et un facteur de pureté de l'ordre de 0,98.

La lumière de cette lampe sélective ne peut donc être confondue avec les lumières des feux verts signifiant voie libre, ou orangés signifiant attention et ralentissement

Les avantages qui résultent de l'application absolument nouvelle de cette lumière sélective aux projecteurs d'automobiles sont nombreux et variés.

AVANTAGES CONSTATÉS.

Voyons d'abord ceux qui intéressent le conducteur de la voiture :

1° *Augmentation des contrastes.* — En lumière blanche, dans une atmosphère claire, les impuretés en suspension dans l'air sont en quantité suffisante pour provoquer une diffusion notable du faisceau tendant à uniformiser les brillances des objets clairs et foncés ; dans une atmosphère brumeuse, la diffusion est considérablement accrue par la présence de minuscules gouttelettes d'eau.

En lumière sélective, que l'atmosphère soit claire ou brumeuse, la diffusion est moindre et l'effet de voile produit par la brume ou les poussières est notablement diminué.

En outre, par temps de pluie, un phénomène curieux peut être constaté ; les gouttelettes d'eau peuvent cesser d'être visibles.

Ces essais comparatifs par temps de pluie ou de brouillard ont été repris à diverses reprises par des expérimentateurs bénévoles.

Nous avons exposé plus haut l'enquête faite par la *Quinzaine Médicale* dans son numéro de février 1933. Près de 6.000 médecins ont en effet répondu à ce référendum d'une façon unanimement affirmative en faveur de la lumière jaune par temps de pluie et de brouillard. Des expériences fort intéressantes de M. Le Dr Laoureux de Liège y sont précisées et démontrent tout l'intérêt de cette lumière.

2° Augmentation de l'acuité visuelle. — L'acuité visuelle, déterminée au moyen d'une échelle de Parinaud ou au moyen d'anneaux de Landolt, est augmentée de 10 % avec cette lumière sélective.

Ceci est conforme aux conclusions des travaux de Macé de Lépinay et de Nicati, qui ont montré que la partie du spectre plus réfrangible ne donne qu'une faible acuité visuelle par rapport à la partie moins réfrangible du spectre.

3° Augmentation de la visibilité. — La visibilité, c'est-à-dire la faculté d'apprécier un objet, se trouve considérablement accrue.

L'expérience a été réalisée en faisant déplacer un sujet noir sur une route goudronnée et en déterminant la distance à partir de laquelle il n'est plus possible à un observateur de le percevoir.

Dans cette expérience, les projecteurs d'une voiture

avaient été successivement munis de lampes à ampoule incolore, puis de lampes à ampoule sélective.

La distance-limite de visibilité à égalité d'éclairement a été de 130 mètres en lumière blanche et de 160 mètres en lumière sélective.

Il est d'ailleurs intéressant de noter, entre autres observations, celle qui nous a été faite par un conducteur de voiture rapide, qu'aucun éclairage n'avait encore pu satisfaire au cours de ses déplacements nocturnes, malgré la brillance toujours croissante des faisceaux qu'il essayait d'obtenir. Seul l'éclairage jaune a pu lui permettre de voir loin et par conséquent de conduire vite, d'une part à cause de l'augmentation de visibilité, d'autre part à cause de la suppression totale de la fatigue, qui survenait rapidement en éclairage blanc et qui, au bout de quelques minutes, lui enlevait le bénéfice d'un éclairage intense.

4° *Diminution de la fatigue oculaire.* — De nombreux expérimentateurs ont constaté, après plusieurs heures de conduite nocturne, une diminution de la fatigue oculaire.

Ces observations ont été d'ailleurs confirmées par M. André Blondel dans une communication à l'Académie des Sciences, dans laquelle il rappelle les travaux entrepris avant la guerre par M. Jean Rey sur les projecteurs dorés, et ceux de MM. A. Broca et F. Laporte sur la fatigue rétinienne consécutive à un éblouissement.

Voyons, maintenant, les avantages qui intéressent celui qui croise une voiture dont les projecteurs sont munis de lampes à ampoule sélective.

1° *Diminution de l'éblouissement en éclairage « route ».* — Au cours d'expériences réalisées en équipant successivement les projecteurs d'une automobile de lampes à ampoule incolore et de lampes à ampoule sélective, on a constaté,

en se plaçant à 100 mètres en avant des projecteurs, que le phénomène d'irradiation est notablement réduit avec les lampes à ampoule sélective.

C'est au surplus l'opinion de M. le D^r Bommier, rédacteur de la *Quinzaine Médicale*, qui, tout d'abord adversaire convaincu de la lumière jaune, conclut, après avoir entrepris des expériences personnelles : Quand une voiture « munie de deux projecteurs à lumière blanche vient vers « vous, le phénomène d'irradiation est tellement intense « que vous ne voyez qu'un globe lumineux ; avec la lumière jaune, chaque projecteur reste distinct » ;

2° *Diminution de l'éblouissement en éclairage « code »*. — La brillance semble diminuée à tel point qu'à 100 mètres en avant du véhicule, l'observateur a l'impression que l'éclairage est fourni par les veilleuses du projecteur.

Ce résultat est d'une importance toute particulière puisqu'il répond aux préoccupations actuelles des usagers de la route et à celles des pouvoirs publics.

L'éblouissement étant un phénomène physiologique difficilement mesurable, la diminution observée unanimement constatée (*Quinzaine Médicale* de février 1934) résulte des impressions de nombreux sujets ; il n'en est pas de même pour la durée de réadaptation et de réaction psychomotrice ;

3° *Diminution du temps de réadaptation après un éblouissement prolongé*. — Les expériences relatives à la détermination du temps de réadaptation nécessaire à la vision normale après un éblouissement prolongé nous ont donné sur un sujet les résultats suivants :

40 secondes en lumière blanche,
4 secondes en lumière jaune.

D'autre part, des mesures plus récentes faites sur notre

demande au Conservatoire des Arts-et-Métiers, ont donné :

25 secondes en lumière blanche,
4 secondes en lumière sélective.

Le sujet est ébloui par un phare muni d'une ampoule, soit blanche, soit sélective.

Cette diminution très sensible du temps de réadaptation et qui semble être d'autant plus importante que le sujet est âgé, permet à un conducteur de retrouver presque immédiatement ses facultés visuelles après le croisement avec un véhicule dont les projecteurs sont éblouissants.

4° *Diminution de la durée de réaction psychomotrice.* — Parallèlement aux essais précédents, on a étudié la variation de la durée de la réaction psychomotrice concomitante à un éblouissement de quinze à vingt-cinq secondes.

Le sujet est placé à 4 mètres d'un projecteur éblouissant pourvu d'une lampe de 60 bougies.

Dès que le projecteur est éteint, le sujet fixe son regard sur le cadran gris clair d'un chronoscope dont l'aiguille est gris foncé. Celle-ci peut tourner autour de l'axe du cadran à raison de un tour par seconde. Le départ de l'aiguille est provoqué par un assistant. Le sujet doit arrêter l'aiguille dès qu'il décèle son mouvement en appuyant sur un contact électrique. On lit directement à 1/100^e de seconde la valeur de la durée de la réaction psychomotrice. On constate que cette durée est, pour un sujet non ébloui, une constante pour un éclairage donné du cadran (dans le cas d'un éclairage de 14 lux, la moyenne est d'environ 20/100^e de seconde).

Après un éblouissement en lumière blanche, la réaction psychomotrice est beaucoup plus lente. En lumière sélective, on a constaté qu'elle est réduite d'environ 15 %.

* * *

On voit donc que les avantages de la lumière jaune sont évidents ; aussi, demandons-nous que son usage soit généralisé.

5^o L'éclairage des routes.

Il est hors de doute que le code de la route qui a promulgué les règlements concernant l'éclairage par projecteurs d'automobiles représente au point de vue de la circulation automobile nocturne un progrès considérable. Il n'en est pas moins vrai que, dans le voisinage de grandes villes, aux heures de circulation intense, le croisement répété de projecteurs, dont certains, il faut bien le dire, restent encore gênants par suite d'un réglage imparfait (fai-ceaux relevés, usage de lampes non agréées, codes à brillance excessive, etc.) est susceptible de causer une fatigue irritante pour le conducteur et dangereuse par les accidents qu'elle peut entraîner. Les statistiques d'accidents sont malheureusement là pour le prouver. C'est en raison de ces constatations que l'idée de l'éclairage des voies d'accès des grandes villes s'est peu à peu développée.

Les rues sont éclairées et l'on trouve tout naturel que les routes les plus fréquentées le soient à leur tour.

Les automobilistes pourront ainsi circuler la nuit dans une ambiance lumineuse qui se rapprochera, toute proportion gardée, de la lumière naturelle. Ils pourront alors éteindre leurs projecteurs, d'où disparition de ces croisements que l'éblouissement rendait si dangereux.

La route ne sert pas simplement à la commodité des déplacements particuliers, elle est encore utilisée pour le transport à courte et longue distance, et dans ce dernier cas principalement la nuit. Les poids lourds qui sillonnent les routes à une vitesse élevée avec leurs tonnes de chargement

constituent de par leur vitesse et leur volume un danger singulièrement augmenté la nuit. Sur une route éclairée, il sera aisé de percevoir de loin leur volume et de prendre les mesures nécessaires pour les croiser en toute sécurité.

L'éclairage artificiel de la route est réalisé par des foyers disséminés de chaque côté de la chaussée. Il transforme la voie en un long ruban lumineux dont les abords eux-mêmes apparaissent dans une lumière diffuse suffisante pour reconstituer l'aspect habituel du parcours.

Ce qui distingue en effet au premier abord l'éclairage d'une route par foyers fixes de l'éclairage produit par projecteurs code, c'est que dans le premier cas, le paysage entier apparaît plus ou moins vivement éclairé, tandis que dans le second le champ visuel est étroitement limité à un angle qui vient balayer l'ombre devant la voiture au fur et à mesure de sa progression.

Dans les routes éclairées, même faiblement, un objet, un obstacle quelconque, se dessine en silhouette sur un fond plus ou moins lumineux ; dans l'éclairage par projecteurs code au contraire, un fond obscur subsiste toujours, qui fait paraître par contraste les sources lumineuses plus éblouissantes et cause une tension visuelle fatigante, par suite de l'adaptation continuelle, en passant de la lumière à l'obscurité et vice versa.

En France des essais ont été réalisés près de Paris. Deux tronçons de route ont été équipés, le premier avec des réflecteurs ou réfracteurs à lampes à incandescence, le second avec des lampes lumineuses à vapeur de sodium.

Le système d'éclairage par lampes à incandescence est réalisé à l'aide de réflecteurs en verre argenté et de réfracteurs.

Les réflecteurs du modèle à deux directions axiales sont inclinés sur leur support de façon à envoyer la lumière dans la direction de la chaussée, les globes réfracteurs sont

à répartition asymétrique à deux directions décalées.

Les appareils sont disposés latéralement en quinconce, l'éclairage axial ayant été éliminé pour raisons d'esthétique.

Le système d'éclairage par lampes à vapeur de sodium donne une lumière colorée modifiant la teinte des objets éclairés : la peau par exemple paraît non pas livide comme à la lumière de vapeur de mercure, mais bistre et incolore.

Ces deux systèmes d'éclairage sont commandés automatiquement par horloges à réglage astronomique. Néanmoins en cas de besoin, toutes manœuvres peuvent être exécutées à la main au moyen d'interrupteurs. Un éclairage normal à pleine puissance est assuré de la tombée de la nuit à minuit et un éclairage réduit de minuit au lever du jour.

Il est évident qu'il n'est pas question d'équiper ainsi toutes les grandes routes nationales. Mais il apparaît que l'éclairage des routes s'impose aux voisinages des grandes villes, à leur sortie, là où le trafic est intense.

Conclusions

Conclusions.

Le nombre croissant des automobiles et celui non moins croissant des accidents de la route donnent un intérêt considérable à la question de l'aptitude physique nécessaire pour la conduite des automobiles.

L'aptitude visuelle est la plus importante de toutes les conditions nécessaires : elle est indispensable pour l'automobiliste qui doit assurer la direction de sa voiture et en régler la marche au milieu de circonstances extrêmement variables et toujours inattendues.

I

Les conditions visuelles nécessaires pour la conduite des automobiles doivent être envisagées en tenant compte des facteurs suivants :

1° *La vision centrale.* — Celle-ci a avant tout un rôle d'« éclaireur ». Celui qui conduit doit jouir de la vision de ses deux yeux : l'un des deux perçoit l'obstacle à une distance raisonnable et l'autre est capable de suppléer le premier en cas de déficience temporaire ; la vision centrale n'a donc pas besoin pour celui-ci d'être normale.

Pour le premier œil nous pensons qu'il devrait être exigé, 0,4 ; quant au deuxième, 1/20 nous paraît suffisant (avec une vision périphérique normale bien entendu).

2° *La vision périphérique.* — Elle est extrêmement im-

portante et toutes proportions gardées plus importante même que la vision centrale. Son intégrité est absolument nécessaire à la conduite des automobiles. Un champ visuel normal devra être exigé : l'automobiliste a besoin de ses 180° pour conduire.

3° *La vision du relief et de la distance.* — Plus que tout autre, le conducteur d'automobiles doit pouvoir apprécier exactement le relief et la distance, ne serait-ce que pour doubler et croiser. Nous exigerons de lui une acuité stéréoscopique suffisante.

3° *Vision aux basses lumières.* — L'automobiliste est appelé à conduire à basse lumière : il lui faudra alors pouvoir diriger sans danger sa voiture. L'héméralope sera empêché de conduire.

Le borgne doit-il conduire ?

L'admission des borgnes au permis de conduire ne me paraît pas rationnelle. Le borgne a une perte du 30° de champ visuel qui entraîne de graves inconvénients ; de plus, son œil unique est à la merci d'un corps étranger. La vision mononucléaire a une perception du relief et de la distance inférieure à celle de la vision binoculaire. Les borgnes ont un sens lumineux amoindri : leur acuité crépusculaire est nettement inférieure.

II

La nécessité d'une bonne aptitude visuelle pour conduire correctement une automobile a depuis longtemps attiré l'attention des pouvoirs publics. L'étude des différents règlements nous ont montré des clauses extrêmement variables d'un pays à l'autre. On ne peut qu'émettre le vœu que soit mise au point une réglementation internationale.

III

Des améliorations ne cessent d'être apportées par l'industrie aux conditions habituelles qui régissent la conduite des automobiles. Il est de toute évidence que le but cherché est en grande partie de faciliter le rôle normal du conducteur.

Certains constructeurs se sont efforcés d'augmenter la visibilité en supprimant le plus possible les obstacles gênant tant la vision centrale que périphérique (vision panoramique).

De même, par des procédés d'ailleurs rendus obligatoires, ils ont assuré la sécurité non seulement de la marche arrière, mais également de la marche avant en augmentant considérablement notre champ visuel.

La signalisation optique est à l'ordre du jour : elle fait quotidiennement des progrès appréciables.

Le problème de l'éclairage nocturne est d'une importance capitale. Il a lui-même retenu l'attention des techniciens : éclairage par phares, éclairage des routes.

Et à ce sujet il est à souhaiter que soit adopté et rendu obligatoire un phare code à brillance nulle, phare non éblouissant, et en attendant mieux que soit généralisé l'usage de la lumière jaune, dont les avantages sont évidents.

Une réglementation paraît donc nécessaire, indispensable. Les conditions de la route étant rigoureusement identiques dans les différents pays, il y a lieu de concevoir un règlement international, d'ailleurs réclamé à plusieurs reprises par les ophtalmologistes, aussi bien dans leurs sociétés savantes que dans leurs Congrès internationaux.

Vu : le Doyen,
ROUSSY.

Vu : le Président de la thèse,
TERRIEN.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,

S. CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

- Académie de Médecine de Paris. — Rapport de la commission nommée pour l'examen des vœux relatifs à l'examen médical des chauffeurs et composée de MM. Hayem, Claude, Gosset, Guillaïn et Morax (rapporteur), octobre 1930.
- Académie royale de Médecine de Belgique. — Rapport de la commission chargée d'étudier le problème de l'aptitude physique des conducteurs d'automobiles. Discussion du rapport, 1929 et 1930.
- ARNADEO NATALE, GONZALÈS (Nicolas), CALLINO (Juan). — Adaptacion del organo de la vision. *Boletin de Informacion oftalmologica*, año V, núm. 6, Buenos-Aires, nov.-déc. 1932.
- Annales du Sénat*. — Débats parlementaires. Session ordinaire de 1926 : Intervention de M. le sénateur Fernand Merlin sur la nécessité d'un examen médical des conducteurs d'automobiles, t. CIV, p. 757, 14 avril 1926.
- ANTONELLI. — Intérêt de l'examen oculaire des candidats pour les compagnies d'assurances ou les sociétés mutuelles de garantie contre les accidents du travail. Soc. d'Opht. de Paris, nov. et déc. 1901.
- ARDENNE. — Sur la nécessité d'une réglementation des conducteurs d'automobiles. Lettre publiée par le journal *l'Argus*, journal international d'assurances, 23 janvier 1910.
- ASCHER. — Sur l'accoutumance à la vision monoculaire. *Klinische Monatshefte für Augenheilkunde*, t. LXXI, p. 322, 1923.

BALTHAZARD. — Rapport sur « l'examen médical des chauffeurs » présenté à l'Académie de Médecine de Paris, le 9 janvier 1923.

— Précis de Médecine légale. Baillière et fils, édit.

BÉRINGUIER. — Les accidents de la circulation. Paris, 1929.

BEYNE et WORMS. — L'acuité visuelle nocturne. *Journal de physiologie et pathologie générale*, n° 4, mars 1926.

— La vision nocturne, ses éléments d'appréciation chez l'homme. *Archives de médecine et pharmacie militaires*, t. LXXXIX, n° 3, septembre-octobre 1928.

BICHELONNE. — La vision des conducteurs d'automobiles. *Journ. d'Opht.*, sept. 1929, p. 9.

BLONDEL. — Remarques sur l'emploi de projecteurs d'automobiles à rayons jaunes. Académie des Sciences, séance du 26 mars 1934.

BONASSE. — Vision et reproduction des formes et des couleurs, 1917, Delagrave, édit.

BOURDON. — La perception visuelle de l'espace, 1902, Schleicher Fr., édit.

CÆSAR (J.). — Détermination de l'aptitude des aviateurs civils, chauffeurs, employés de chemins de fer et marins. Société tchécoslovaque d'Opht., V^e Congrès de Prague, 1910.

CAUTIONNET. — Un appareil de vision en profondeur. *In cl. opht.*, 1922, p. 221.

CARLO. — De la détermination des inaptitudes professionnelles chez les borgnes. *Ann. d'oculist.*, 1927, p. 677.

— La perception monoculaire du relief et ses conséquences. *Ann. oculist.*, 1929, 2^e sem., pp. 24 et 650.

COCRAL. — Les borgnes et le permis de conduire. *Revue de l'automobile Club de l'Ile-de-France et Paris*, n^{os} mai 1931, juin 1931, juillet-août 1931.

Congrès international d'ophtalmologie (XIII^e), Amsterdam-La Haye, 1929. — Rapport sur l'unification des prescriptions visuelles pour les aviateurs, les chauffeurs, les employés de chemins de fer et les marins, présenté par MM. Engelking, Mac Mullen, Onfray et Verrey.

- Congrès pour la sécurité de la route. — Communication de M. Failly. Paris 5, 6, 7 et 8 octobre 1933.
- Congrès de médecine légale (XVI^e), Paris 4, 5, 6 mai 1931. — Rapport de M. Simonin sur « la médecine légale et la médecine sociale des accidents d'automobiles ».
- Discussion du rapport de M. Simonin par M. Coutela.
- COPPEZ. — Sur les aptitudes visuelles requises pour les fonctions et emplois publics. *Soc. belge d'opht.*, 1926.
- Sur les aptitudes physiques nécessaires à la conduite des automobiles. *Arch. d'opht.*, 1931, p. 254.
- CORDS. — Influence du déplacement parallactique sur la perception monoculaire du relief. XVIII^e Congrès international de méd. de Londres, 6-12 août 1913.
- DEHENNE. — De l'acuité visuelle au point de vue médico-légal et au point de vue des compagnies d'assurances. *Soc. opht.*, Paris, 8 janvier 1901.
- DESNIER. — A propos de l'examen médical des chauffeurs. *Les Echos de la médecine*, 15 mars 1933.
- DUBOYS de LAVIGERIE. — Rapport sur « le minimum d'aptitude visuelle des conducteurs d'automobiles ». Discussion de MM. Monthus, Sulzer, Sauvineau, Kalt, Antonelli, Morax. *Soc. opht. de Paris*, séances du 3 déc. 1907, p. 272 ; 4 février 1908, p. 42 ; 10 mars 1908, p. 72.
- ERNOUX (J.). — Considérations médico-légales sur la vision binoculaire. Thèse Paris, 1931.
- FABRY. — La sensation du relief. Comm. à l'Acad. des Sciences, in *Journal d'Optique*, sept. 1932, p. 167.
- FEILCHENFELD. — Sur l'appréciation des dimensions dans le champ visuel. *Von Graef's Archiv für ophtalmologie*, vol. LIII, fasc. III, 1902, p. 401.
- FIESSINGER (Ch.). — L'examen médical des chauffeurs. *Bull. de l'Acad. de Méd.*, séance du 31 oct. 1922, p. 175.
- FIRKET et LEDENT. — La participation du corps médical à la lutte contre les accidents d'automobiles. Rapport à la Fédération médicale belge, *Bull. de la F. M. B.*, août 1929.

- GARSAUX. — Vérifions l'aptitude physique des conducteurs.
Je sais tout, juin 1932, p. 184.
- GINESTOUS, LANDE (Pierre) et ARDENNE (Pierre). — Au sujet de l'examen médical des automobilistes. *Gaz. hebd. de la Soc. méd. de Bordeaux*, 3 décembre 1922, p. 583.
- GRELAULT. — L'acuité visuelle des automobilistes. *Journal de de l'Automob. Club Méd. de Paris*, janvier 1932.
- HAAS et COUVREUX. — L'acuité visuelle aux basses lumières. *Soc. franç. d'Opht.*, Paris, mai 1927.
- L'acuité visuelle aux basses lumières. *Arch. Opht.*, 1925, p. 546.
- HESTENBAUM. — Acuité visuelle monoculaire et binoculaire. *Zeitschrift für augenheilkunde*, vol. LXIII, n° 3, oct. 1927, p. 159.
- HOWARD (H. J.). — Epreuve pour l'appréciation de la distance. *American Journal of Ophthalmology*, sept. 1919, vol. II, n° 9, p. 656.
- JEANDELIZE. — L'aptitude visuelle nécessaire aux automobilistes. *Arch. d'Opht.*, 1928, p. 643 et 700.
- A propos de l'aptitude visuelle des automobilistes. Soc. d'Opht. de Paris, 1928, séance du 2 décembre 1928, p. 653. Discussion : MM. Schaaff, Redslob, Ter-son, Weill.
- Journal officiel de la Chambre :*
- Annexe n° 243. Sess. ord. 1924, p. 1135. Baretz Léon : proposition de loi réglementant les services automobiles de transports en commun.
- Annexe n° 5215, Sess. extr. 1927. Molinié Jean : proposition de résolution tendant à inviter le gouvernement à instituer un examen d'aptitude physique éliminatoire pour les conducteurs de tramways, autobus publics et les conducteurs reconnus responsables d'accidents causés à des tiers.
- Annexe n° 5270 : Sess. extr. 1927, p. 450. Barrel Antoine : rapport sur la proposition de loi de M. Baretz réglementant les services automobiles de transports en commun.
- KRUSIUS. — La perception monoculaire et binoculaire des

- profondeurs. *Archiv. für augenheilkunde*, 1909, p. 340.
- LAGRANGE (H.). — L'ambliopie crépusculaire. Soc. d'Opht. de Paris, 1929. Séance plénière annuelle du 17 nov., p. 472.
- LANTSHEERE (de). — Des exigences visuelles chez les conducteurs d'automobiles. Soc. Belge d'Opht., séance du 26 nov. 1907.
- LEDENT. — Dans quelles conditions le corps médical pourrait-il participer à la lutte contre les accidents d'automobiles. *Bull. de la Féd. Méd. Belge*, fév. 1929.
- LEPLAT. — Les borgnes sont-ils aptes à conduire un véhicule ? *Liège Médical*, 1^{er} mars 1925.
- MACÉ DE LÉPINAY et NICOTI. — Sur l'acuité visuelle binoculaire. Soc. Franç. d'Opht., séance 28 janvier. 1884.
- MASSON. — Le borgne, étude physiologique, professionnelle et médicale. Thèse de Paris, 1933.
- MAZZUCONI. — L'acuité visuelle en rapport avec l'éclairage. *Archivio di Ottalmologia*, vol. XXXV, n° 2, fév. 1928, p. 49.
- MENACHO. — L'aptitude psycho-visuelle des conducteurs d'automobiles. *Archivos d'Oftalmologia hispano-americanos*, juin 1930, p. 310.
- METZ (de). — La prophylaxie des accidents de la route. Soc. Belge d'Opht., séance du 24 nov. 1929.
- MICHAUX et TARGOWLA. — La mesure de la tension artérielle rétinienne dans l'examen médical des candidats au permis de conduire. *Hygiène sociale*, p. 2229.
- PARINAUD. — La vision binoculaire, 1896.
- PATRY. — L'examen médical des automobilistes. *Arch. d'Opht.*, 1930, p. 304.
- PETIT. — Sur un projet de règlement concernant l'état visuel des conducteurs d'automobiles. Soc. d'Opht. de Paris, séance du 16 décembre 1922, p. 326. — Discussion : MM. Cousin, Coulomb, Onfray et Morax, 20 janv. 1923.
- PHILIPPE. — Les dangers de l'éblouissement. Balzac.

- POLLIOT. — Perspective et stéréoscopie. *Arch. d'Opht.*, avril 1927.
- RIVIÈRE. — Visibilité aux faibles éclairagements. 4^e réunion de l'Institut d'Optique, mai 1932.
- ROCHE. — De la nécessité d'exiger un minimum d'acuité visuelle de la part des conducteurs d'automobiles. *Soc. Opht. de Paris*, séance du 8 oct. 1907, p. 230.
- SCHAAFF et BLUM. — Considérations sur la capacité visuelle minima nécessaire aux cheminots automobilistes et professions similaires. *Soc. d'Opht. de l'Est de la France*, séance du 4 déc. 1928. — Discussion : Vacher, Jeandelize.
- SEDAN. — Notes sur les conditions O.-N.-O. à exiger des chauffeurs automobiles. *Soc. Oto-Neuro-Oculist.*, 1903, p. 121.
- Le Siècle Médical*. — La Suisse institue l'examen médical du conducteur d'automobiles, oct. 1932.
- Société d'Ophtalmologie de Paris*. — Rapport de MM. Morax, Dupuy-Dutemps, Onfray et Petit : « Un projet de règlement de l'état visuel des conducteurs d'automobiles. » — Discussion : MM. Coulomb, Dar, Roche, 17 fév. 1923, p. 81 et 21 avril 1923, p. 183.
- TERRIEN (Pr.). — Valeur de l'œil blessé dans les accidents du travail. *Ann. d'Hyg. publ. et de Méd. lég.*, juin 1908.
- Diagnostic, traitement et expertise des séquelles oculo-orbitaires.
- Précis d'Ophtalmologie. Baillière, édit.
- TSCHERNING. — Optique physiologique.
- VAN DE CALSEYDE. — La physiopathologie professionnelle des conducteurs d'automobiles. *Rev. méd. et chir. des acc. du trav. et des mal. prof.*, 1930, p. 9-41.
- VAN ERMENGEN. — Discussion sur les aptitudes physiques des conducteurs d'automobiles. *Acad. royale de Méd. de Belg.*, 22 fév. 1930.
- VAN LINT. — A propos de l'acuité visuelle exigée des chauffeurs d'automobiles. *Soc. Belge d'Opht.*, 29 nov. 1908.
- VERREY. — Perceptions visuelles nécessaires aux automobilistes. *Soc. d'Opht. de Suisse*, 16 juin 1928.

WEEKERS. — La participation du médecin à la lutte contre les accidents d'automobiles. *Bruxelles Médical*, 1928, p. 1528 et la *Cl. Opht.*, 1928, p. 555.

— Proposition pour l'examen d'aptitude physique des conducteurs d'automobiles. Acad. royale de Médec. de Belg., séance du 24 mars 1928 et *Arch. d'Opht.*, 1928, p. 636.

— Aptitude visuelle des conducteurs d'automobiles. Soc. Belge d'Opht., 6 mai 1928.

— Législation étrangère concernant l'aptitude physique des conducteurs d'automobiles. *Journ. de Méd.*, 1^{er} août 1929.

WEEKERS et HUBIN. — L'acuité stéréoscopique des monophthalmes envisagée au point de vue de leur aptitude comme conducteurs d'automobiles. *Arch. Opht.*, 1930, p. 657.

1415. — Impr. de la Fac. de Méd., Jouve et Cie, 15, rue Racine, Paris. — 6-35
